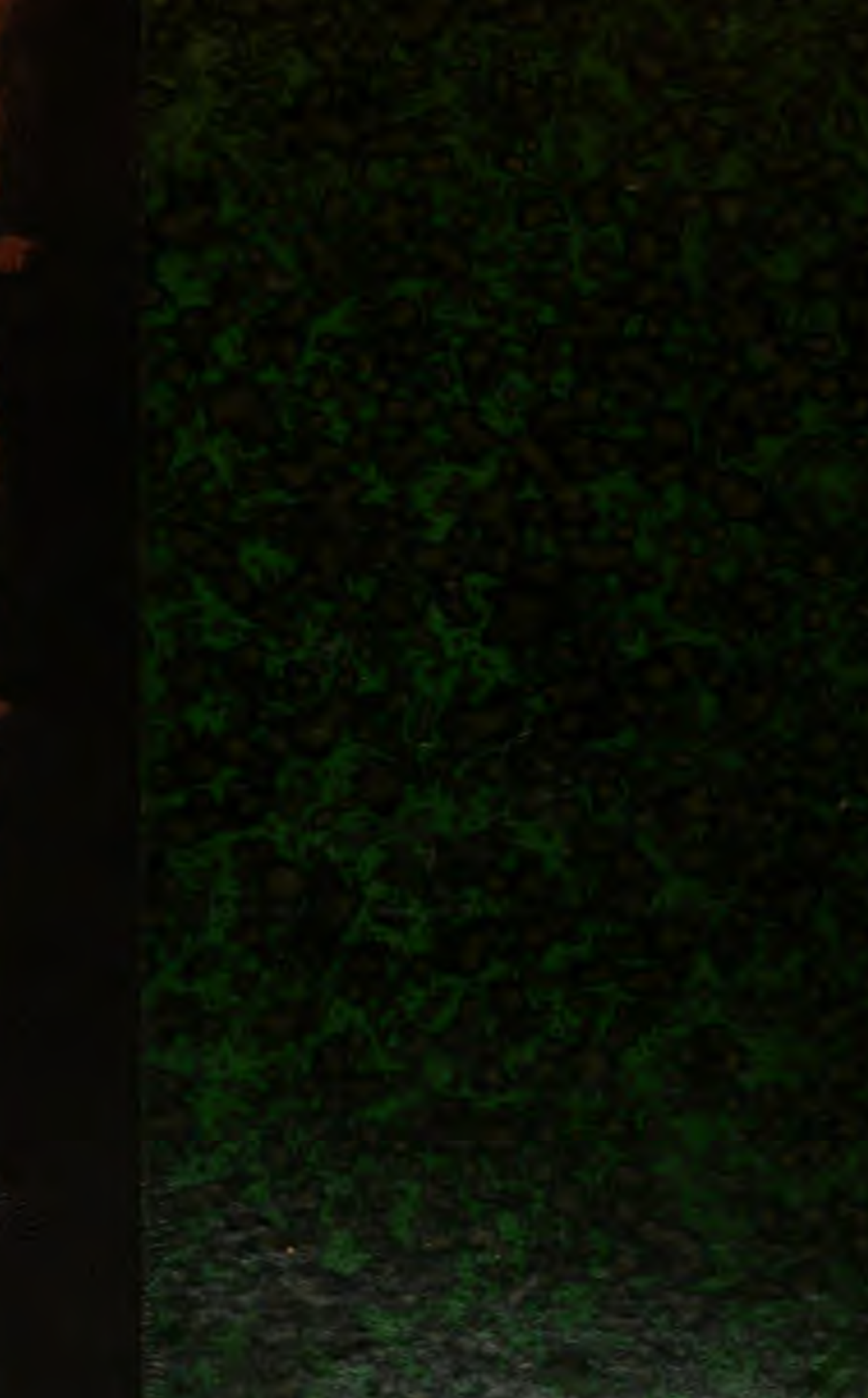
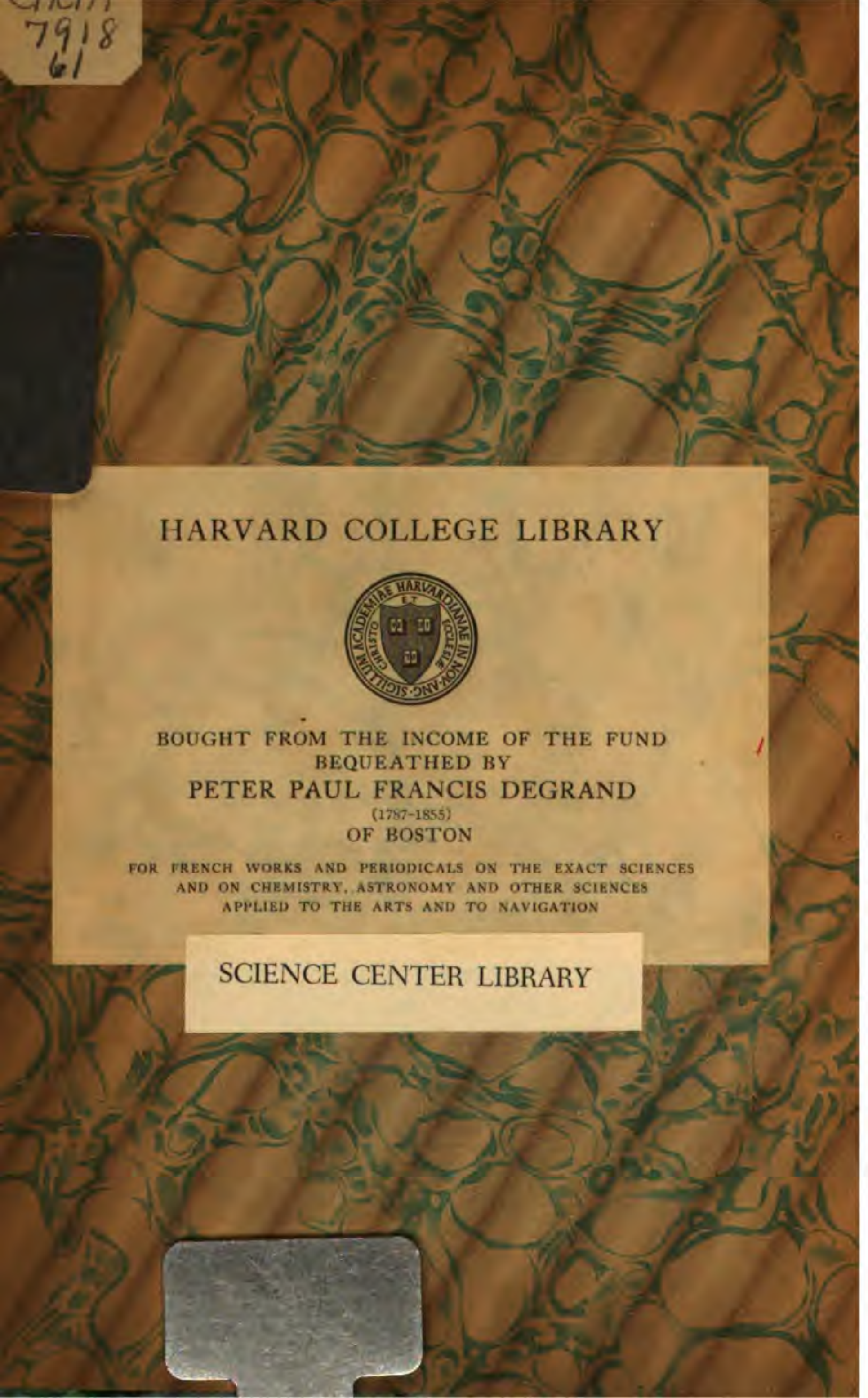




Chem 7918 61
HARVARD COLLEGE LIBRARY
BOUGHT FROM THE INCOME OF THE FUND
BEQUEATHED BY
PETER PAUL FRANCIS DEGRAND
(1787-1855)
OF BOSTON
FOR FRENCH WORKS AND PERIODICALS ON THE EXACT SCIENCES
AND ON CHEMISTRY, ASTRONOMY AND OTHER SCIENCES
APPLIED TO THE ARTS AND TO NAVIGATION
SCIENCE CENTER LIBRARY



TRAITÉ COMPLET

DE

LA DISTILLATION.

TRAITÉ COMPLET

DE LA

DISTILLATION

DES PRINCIPALES SUBSTANCES QUI PEUVENT FOURNIR

DE L'ALCOOL,

VINS, GRAINS, BETTERAVES,

FÉCULE, TIGES, FRUITS, RACINES, TUBERCULES, BULBES, ETC., ETC.,

PAR A. PAYEN,

MEMBRE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'INSTITUT,
SECRÉTAIRE PERPÉTUEL DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE ET CENTRALE D'AGRICULTURE DE FRANCE
VICE-PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE ET CENTRALE D'HORTICULTURE,
PROFESSEUR AU CONSERVATOIRE IMPÉRIAL DES ARTS ET MÉTIERS
ET A L'ÉCOLE CENTRALE DES ARTS ET MANUFACTURES, ETC.

SECONDE ÉDITION REVUE ET AUGMENTÉE,

AVEC 35 FIGURES DANS LE TEXTE ET 16 PLANCHES,

COMPRENANT

LA 4e ÉDITION DE LA DISTILLATION DE LA BETTERAVE.

PARIS,

IMPRIMERIE ET LIBRAIRIE D'AGRICULTURE ET D'HORTICULTURE

DE Mme Ve BOUCHARD-HUZARD,

5, RUE DE L'ÉPERON.

—

1861

TRAITÉ

DE

LA DISTILLATION.

PLAN DE CET OUVRAGE.

Dans ce traité spécial de la distillation ou de la fabrication de l'alcool, j'ai cru devoir comprendre la composition et les propriétés des matières premières employées et des produits obtenus, afin de pouvoir mieux indiquer le but des différents procédés mis en usage et les fonctions des appareils à l'aide desquels on les réalise.

En me plaçant au même point de vue, j'ai dû décrire d'abord l'état naturel, la composition, les caractères et les transformations usuelles des principes immédiats, qui, réunis au nombre de deux ou trois, ou contenus séparément dans un grand nombre de fruits, tiges ou racines des végétaux, constituent les sources principales de la production des alcools commerciaux; ce sont, notamment, la glucose ou le sucre de raisin, le sucre liquide ou incristallisable, le sucre de canne ou de betterave, l'amidon ou la fécule amylacée. A cette occasion, j'ai défini en peu de mots quelques substances analogues moins employées, l'inuline et la lactose ou lactine (sucre de lait).

Je me suis occupé ensuite des différentes matières premières qui contiennent ces principes immédiats, et que l'on

emploie dans la fabrication de l'alcool; ce sont le raisin et quelques autres fruits sucrés (figues, cerises, prunes), les betteraves, la canne à sucre, le sorgho sucré, les graines farineuses ou fruits des céréales : orge, seigle, froment, riz, maïs, avoine; les tubercules féculents et autres : pommes de terre, batates, ignames, topinambours, asphodèles; quelques résidus de différentes industries : marcs de raisin, mélasses, eaux de lavage des formes à sucre, et des gâteaux de cire des ruches.

J'indique ensuite les procédés relatifs à la germination des grains, la fabrication du malt, l'extraction de la fécule des pommes de terre, la saccharification de la fécule par l'acide sulfurique et par la diastase.

J'expose la théorie de la fermentation alcoolique, de la distillation et de la rectification des alcools.

C'est alors que je puis aborder les opérations des distilleries spéciales des vins, des betteraves, des cannes, du sorgho, des marcs de raisin, des mélasses, des grains, des pommes de terre, de la fécule, des topinambours, asphodèles, etc., accompagnées de la description des appareils et ustensiles divers qui servent à réaliser ces opérations. Plusieurs perfectionnements notables dans la construction et les dispositions des appareils distillatoires, ainsi que dans la conduite de la macération des cossettes, sont ajoutés dans cette 4e édition. J'expose enfin les applications des produits alcooliques dans la préparation des liqueurs usuelles, des fruits à l'eau-de-vie, des vinaigres, le chauffage de divers ustensiles et l'éclairage domestique.

PRINCIPES IMMÉDIATS TRANSFORMABLES EN ALCOOL.

SUCRES.

Sous le nom générique de sucre, on désigne plusieurs substances sucrées qui se rencontrent dans les fruits, feuilles, fleurs, tiges et racines des végétaux, dans le miel des abeilles, le lait et le foie des animaux, les urines des diabétiques et dans le produit d'une transformation que l'on peut faire subir à l'amidon ou à la fécule amylacée.

Les sucres ont, en général, des propriétés communes, bien qu'à des degrés différents, notamment une saveur sucrée, la solubilité dans l'eau et l'alcool, une composition comprenant le carbone associé à l'hydrogène et l'oxygène, ces deux derniers suivant les proportions qui constituent l'eau, enfin la faculté de se transformer directement ou indirectement en alcool sous les influences convenables de l'eau, de la température et du ferment.

Il paraît que la transformation directe en alcool et acide carbonique a lieu seulement pour un de ces sucres, la glucose, et sans doute le sucre incristallisable, qui a la même composition élémentaire, les autres étant d'abord transformés en glucose avant d'éprouver la fermentation alcoolique.

A ce titre, cette substance doit particulièrement intéresser les fabricants d'alcool, et nous y trouvons un motif pour commencer par elle l'étude des sucres (1).

(1) Plusieurs matières sucrées n'offrent pas la propriété de se transformer sous les mêmes influences en alcool et acide carbonique; telles sont la mannite extraite de la manne, du céleri-rave, etc., et la sorbine provenant du suc fermenté des baies du sorbier, la dulcine, la pinite, la quercite, la glycérine, etc., contenant toutes, excepté la sorbine, un excès d'hydrogène sur les proportions qui, avec l'oxygène des mêmes substances, constitueraient de l'eau.

GLUCOSE.

Ses propriétés et son dosage.

La glucose se rencontre à l'état de solution dans le raisin ainsi que dans un grand nombre de fruits doués d'une saveur sucrée et d'une réaction sensiblement acide; elle fait partie du miel, notamment de la portion grenue cristalline, elle est moins soluble (1 fois 1/2) dans l'eau et plus soluble dans l'alcool que le sucre de canne (1); on la prépare artificiellement par les procédés de saccharification de la fécule et des grains décrits plus loin; la glucose est trois fois environ moins sucrée que le sucre de canne.

La glucose, cristallisée, contient 12 équivalents de carbone, 14 d'hydrogène et 14 d'oxygène, d'où l'on peut déduire les proportions en poids de ces trois éléments ainsi représentés :

C^{12} =	900	ou en centièmes	36,36
H^{14} =	175	— —	7,07
O^{14} =	1400	— —	56,57
	2475		100

En traitant plus loin de la fermentation alcoolique, nous verrons comment cette composition élémentaire peut indiquer les proportions des produits : alcool, acide carbonique et eau, résultant de la fermentation ou transformation de la glucose en alcool.

La glucose cristallisée, que l'on chauffe de 60 à 100° et même au-dessous, s'amollit, puis se fond dans l'eau de cristallisation; si l'on continue de la chauffer, elle perd cette eau formant deux équivalents ou 9 centièmes de son poids; ainsi desséchée, sa composition représente :

12 équivalents de carbone.	900	2250
12 équivalents d'hydrogène. . . .	150	
12 équivalents d'oxygène.	1200	

(1) 100 d'alcool anhydre chauffé à + 78° peuvent dissoudre 1,66 de glucose; 100 d'alcool à 83° en dissolvent 18. Dans ces solutions alcooliques, la glucose cristallise en cubes ou en tablettes rectangulaires.

Cette fusibilité à 100° et même un peu au-dessous permet de distinguer la glucose cristallisée du sucre de canne ou de betterave, qui, ne contenant aucune quantité d'eau de cristallisation, n'éprouve pas de fusion dans les mêmes circonstances.

D'ailleurs, les cristaux de glucose qui sont grenus ou en petits grains se composent d'agglomérations de lamelles irradiées d'un centre commun, minces et peu résistantes, en sorte qu'ils paraissent mous, se divisent et s'écrasent entre les doigts, tandis que les petits cristaux solides du sucre de canne ou de betterave résistent à la pression entre les doigts et sont ainsi faciles à reconnaître.

Lorsqu'on chauffe la glucose avec une solution de potasse, de soude ou de baryte, ou avec un lait de chaux (1), le mélange se colore en brun, exhale une odeur de caramel, et forme, aux dépens de la glucose, un acide brun (acide mélassique).

Cette coloration brune que prend la glucose, chauffée avec les solutions alcalines, la distingue du sucre de canne, qui, dans les mêmes circonstances, ne donne pas de coloration, s'il est pur.

Les solutions de glucose ont un pouvoir variable sur la lumière polarisée, suivant qu'elles sont récentes ou anciennes, qu'elles proviennent de diverses origines (du traitement de la fécule par l'acide sulfurique ou la diastase).

La glucose est encore caractérisée par son pouvoir de réduire immédiatement à la température de l'ébullition et de précipiter à l'état de protoxyde ou oxydule rouge de cuivre, $Cu^2 O$, l'oxyde de cuivre Cu O combiné avec les acides, dans certaines solutions salines bleues.

Cette réaction, que le changement de couleur indique, a été mise à profit pour reconnaître la présence de la glucose et même déterminer ses proportions dans des mélanges avec le sucre de canne, qui ne produit ni la réduction des sels de

(1) La chaux dissoute dans la glucose change peu à peu celle-ci en acide glucique : il se forme du glucate de chaux, et le liquide perd son alcalinité.

cuivre ni le changement de couleur qui en serait la conséquence.

Pour faire des essais de ce genre, on prépare une liqueur d'épreuve d'un bleu prononcé en dissolvant ensemble du sulfate de cuivre et du tartrate de potasse, puis rendant la solution alcaline au moyen d'une addition de potasse caustique. On étend d'eau la solution ainsi préparée de manière à ce qu'un gramme de glucose en décolore 100 centimètres cubes par la précipitation à chaud complète de l'oxyde de cuivre réduit.

Le volume de cette liqueur d'épreuve, décoloré à la température de 100° par la solution essayée, indique directement la quantité de glucose suivant le rapport de 1 gramme de glucose pour 1 décilitre ou 100 centimètres cubes de la solution cuivrique décolorée. Cette dernière solution est mesurée dans un tube ou éprouvette graduée; on la verse goutte à goutte dans la solution sucrée bouillante jusqu'à ce que la décoloration cesse, c'est-à-dire que la coloration bleue apparaisse dans le mélange.

Il est facile de doser de même un mélange de sucre de canne ou de betterave et de glucose : à cet effet, on constatera d'abord la proportion de glucose par la décoloration d'un volume observé de la liqueur d'épreuve ; on fera ensuite bouillir, pendant quinze à vingt minutes, une autre quantité du mélange des deux sucres avec l'acide chlorhydrique : le sucre de canne se trouvant ainsi transformé en glucose, on constatera de nouveau le pouvoir décolorant du liquide sucré sur la liqueur d'épreuve, et la quantité dont il sera accru indiquera la proportion du sucre de canne qui, se trouvant dans le mélange, aura été transformé en glucose (1).

(1) La glucose peut se combiner avec le sel marin et former alors un composé cristallisable en pyramides doubles à six pans : c'est le glucosate de sel marin représenté par la formule $C^{24}H^{24}O^{24}$, Na Cl, 2 H O. Les deux équivalents d'eau se volatilisent à 100° ; puis un troisième équivalent se sépare, en sorte que le sel marin remplace cet équivalent; la formule devient alors $C^{24}H^{23}O^{23}$, Na Cl.

La glucose de diverses origines paraît offrir, sous la même composition (à l'état sec), plusieurs variétés reconnaissables à leur pouvoir rotatoire sur la lumière polarisée (1).

SUCRE INCRISTALLISABLE.

Quoi qu'il en soit, on peut classer à part le sucre incristallisable, qui se rencontre dans le miel, dans plusieurs fruits, dans quelques sucres bruts et mélasses provenant de la canne à sucre.

Il est caractérisé par sa solubilité dans l'alcool, sa propriété hygroscopique et son action sur le plan de la lumière polarisée qu'il dévie à gauche. Sa composition est représentée par la formule $C^{12} H^{12} O^{12}$. Mais, lorsqu'il reste en contact avec l'eau, il prend la composition de la glucose cristallisée $C^{12} H^{14} O^{14}$. Le sucre de canne, chauffé en contact avec les acides, se transforme en sucre incristallisable.

SUCRE DE CANNE OU DE BETTERAVE.

Ce sucre, appelé aussi sucre cristallisable, se rencontre dans les sucs, très-peu acides, d'un grand nombre de végétaux (2) ; les cannes et les betteraves en fournissent les plus grandes quantités à la consommation directe comme à la fabrication de l'alcool; on le rencontre, en outre, dans les tiges du maïs, du sorgho sucré ; les batates, les racines de chervis et de cerfeuil bulbeux, les melons et les citrouilles ; la séve de l'érable à sucre, des palmiers, du bouleau, dans les châtaignes, les fruits lactescents, des noix de coco, l'ananas, les dattes, etc.

(1) L'urine des personnes affectées de la maladie appelée *diabète sucré* contient une forte proportion de glucose. On trouve constamment un sucre fermentescible dans le foie de divers animaux.

(2) MM. Berthelot et Buignet ont récemment démontré la présence du sucre de canne dans plusieurs fruits plus ou moins acides : les poires, pommes, prunes, abricots, pêches, oranges et citrons. Je suis, depuis, parvenu à extraire directement ce sucre en cristaux isolés et purs du suc des oranges évaporé à froid, traité par l'alcool et précipité par l'ether.

Les acides intervertissent le sucre de canne et le transforment en sucre de fruit : cette réaction est facile à effectuer en chauffant le sucre de canne dans de l'eau acidulée; elle aurait même lieu si on chauffait longtemps la solution de sucre dans l'eau pure.

Le sucre de canne, toujours identique, quelles que soient les plantes ci-dessus énumérées et autres qui l'aient fourni, a la composition suivante :

C^{12} = 900	ou en centièmes		42,10
H^{11} = 137,5	—	—	6,43
O^{11} 1100	—	—	51,47
2137,5			100

Il se distingue des autres *sucres* par une saveur franchement sucrée, très-agréable, exempte de tout arrière-goût, sa propriété de cristalliser sous la forme de prismes rhomboïdaux à sommets dièdres et plus ou moins volumineux, durs, diaphanes, et par son insolubilité presque complète à froid dans l'alcool anhydre. Le sucre a un poids spécifique égal à 1,6 (l'eau pesant 1).

En cristaux agglomérés (sucre blanc en pains) il répand, dans l'obscurité, une lueur phosphorescente, lorsqu'on le rompt ou qu'on le soumet soit à un choc, soit à un frottement énergique.

Le sucre est très-soluble dans l'eau, plus à chaud qu'à froid; 16 centièmes de son poids suffisent pour le dissoudre dans le premier cas, et 33 centièmes dans le second. 100 parties d'alcool anhydre bouillant n'en peuvent dissoudre que 1,25, qui se déposent presque entièrement par le refroidissement; étendu d'eau, l'alcool dissout d'autant plus de sucre que la proportion d'eau est plus grande. Ainsi 100 d'alcool à 83 degrés ou contenant, en volume, 0,83 d'alcool pur, dissolvent 25 de sucre.

A l'état sec et pur, le sucre, chauffé jusqu'à 180°, éprouve une fusion qui le rend sirupeux sans le colorer; il se solidifie

par le refroidissement et reste diaphane jusqu'à ce que la cristallisation commence, au bout d'un temps plus ou moins long, à se manifester : elle se propage alors dans toute la masse, laissant s'interposer de l'air qui brise le passage de la lumière et fait paraître le sucre opaque.

Si l'on maintenait très-longtemps le sucre à la température de sa fusion, il deviendrait incristallisable et n'aurait plus d'action sur la lumière polarisée.

Lorsqu'on chauffe le sucre à 210°, non-seulement il se fond, mais encore il acquiert une coloration jaune orangé, puis brune de plus en plus intense; il perd ainsi 2 équivalents d'eau et par degrés, subit une transformation complète en une substance brune, déliquescente (*caramel*), très-soluble dans l'eau, douée d'une odeur spéciale et d'une saveur amère, dépourvue de toute saveur sucrée et de la propriété d'éprouver la fermentation alcoolique. Sa composition est représentée par $C^{12} H^9 O^9$, c'est la même que celle du sucre anhydre; mais celui-ci n'offre jamais à l'état de liberté cette composition, on ne le connaît ainsi qu'engagé dans une combinaison avec l'oxyde de plomb, et, lorsqu'on dégage le sucre de cette combinaison délayée dans l'eau (en y versant de l'acide oxalique ou y faisant passer un courant d'acide sulfhydrique), il reprend avec les 2 équivalents d'eau (qui étaient remplacés par l'oxyde de plomb) toutes ses propriétés.

Le sucre peut se combiner avec d'autres oxydes métalliques et former, par exemple, avec la chaux, la potasse, la soude, de véritables sels; il remplit alors le rôle d'acide et forme des sucrates alcalins que l'on rencontre souvent dans les sucres et mélasses de betteraves (1). Nous verrons plus

(1) Une combinaison de chaux et de sucre à équivalents égaux se produit lorsqu'on verse, dans une faible solution de sucre, de l'hydrate de chaux; la combinaison, très-soluble à froid, peut passer au travers d'un filtre qui retient la chaux non dissoute. Ce sucrate, lorsqu'on fait bouillir la liqueur, donne un précipité si peu soluble à chaud, qu'on peut le laver à l'eau bouillante, entraînant la portion de sucre non combinée ou qui se sépare à cette température. Le composé insoluble ainsi lavé contient 1 équivalent de sucre uni à 3 équivalents de chaux.

loin que ces composés doivent être saturés par un acide en excès pour mettre le sucre en liberté et permettre à la fermentation alcoolique d'avoir lieu.

Nous avons dit plus haut que le sucre dit de canne est identiquement le même, quelle que soit sa provenance, lorsqu'il est pur; mais nous devons ajouter ici qu'entre les deux sucres les plus usuels, ceux provenant des cannes et des betteraves, des différences très-notables, et dont il importe de tenir compte dans la pratique, existent : tant qu'ils ne sont pas, l'un et l'autre, amenés, par le raffinage, à un état de pureté complet et de blancheur parfaite, ces différences sont faciles à comprendre, elles dépendent de la présence des substances étrangères. Dans la canne à sucre, les substances douées d'une odeur aromatique communiquent aux résidus et à tous les produits bruts ou incomplétement raffinés, mélasses, sucres bruts, vergeoises, lumps, un goût agréable, qui est sensible encore dans les sucres candis, blancs, jaunâtres, employés pour le sucrage des vins mousseux; les résidus et produits bruts analogues provenant de la betterave, toujours accompagnés de substances étrangères propres à cette racine et douées d'une odeur forte, ont un goût désagréable, qui se transmet aux diverses préparations alimentaires et même aux produits alcooliques.

De là vient la préférence que l'on accorde, pour toutes ces préparations, aux sucres de canne sur ceux de betterave, tant qu'ils sont incomplétement raffinés. Mais, lorsque les deux sucres sont parfaitement blancs et purs, on ne peut plus les distinguer l'un de l'autre; par conséquent, on emploie l'un ou l'autre indistinctement aux mêmes usages.

On obtient un autre composé en saturant par un excès de chaux hydratée une solution plus concentrée de sucre. Ce sucrate contient d'autant plus de chaux que la solution contenait plus de sucre; il passe limpide au travers du filtre; on le sépare en deux parties du liquide clair à l'aide de l'ébullition, qui précipite toujours le composé $C^{12}H^{11}O^{11}$, 3 Ca O, redissoluble par le refroidissement dans la solution sucrée. Ces sucrates de chaux, en solution aqueuse, sont décomposés par l'acide carbonique et par tous les acides usuels qui s'emparent de la base et mettent le sucre en liberté.

Les acides étendus transforment, à l'aide de l'ébullition, le sucre en glucose; une transformation semblable a lieu pendant la fermentation alcoolique du sucre; aussi comprend-on l'utilité de l'acide sulfurique que l'on emploie généralement pour favoriser la fermentation du jus et des solutions de sucre ou des mélasses de betteraves et qui, dans ce cas, agit sur les sels à acides végétaux, mettant ceux-ci en liberté.

Le sucre, bien qu'il soit neutre ou sans réaction sur les couleurs bleues végétales, peut se combiner avec les bases alcalines et autres oxydes métalliques, baryte, chaux, potasse, soude, etc.; il joue alors le rôle d'acide et forme, dans ce cas, de véritables sels que l'on nomme sucrates. Dans ces composés, qui sont dépourvus de saveur sucrée et alcalins lorsque la base a elle-même une réaction alcaline, le sucre reste engagé sans décomposition, même lorsqu'il a été soumis à une longue ébullition. On peut donc, après avoir saturé la base, en extraire le sucre et, plus facilement encore, transformer celui-ci en alcool par la fermentation; car la présence du sel résultant de la saturation s'oppose à la cristallisation d'une partie du sucre, tandis que la fermentation ni la distillation n'en sont embarrassées. Nous en pouvons dire autant d'une combinaison que le sucre forme en s'unissant avec le sel marin; bien que le sucre ainsi engagé soit encore du sucre cristallisable, il est perdu pour le fabricant de sucre, parce que le composé d'un équivalent de sel pesant 731,25 et de 2 équivalents de sucre pesant 4275 est déliquescent, par conséquent passe en entier dans les mélasses, retenant avec lui plus de la moitié de son poids total (5006,25) d'eau saturée de sucre; le sel marin occasionne ainsi le passage de huit fois environ son poids de sucre dans le liquide incristallisable (1); le chlorure de potassium et le

(1) Telle fut la principale cause des pertes considérables éprouvées dans une sucrerie établie à Naples, près de la mer, où les betteraves contenaient en abondance la combinaison saline déliquescente. L'excès de sel, préjudiciable, dans ce cas, aux intérêts du fabricant de sucre, n'est pas assez grand, parfois, pour s'opposer au développement de la bette-

chlorhydrate d'ammoniaque produisent, avec le sucre, des composés analogues. De ce fait on doit tirer la conséquence importante que les betteraves venues dans des terres ou sous l'influence de fumiers trop salés seront, en général, bien mieux utilisées dans les distilleries que dans les sucreries (1).

Le sucre, chauffé à la température de 180°, se fond sans être altéré; mais, lorsqu'on le chauffe de 200 jusqu'à 210°, il se colore graduellement en jaune orangé, puis en brun-rougeâtre de plus en plus foncé, et se transforme peu à peu en un produit acide brun, amer, qui représente du sucre moins 2 équivalents d'eau. Ce composé, nommé *caramel*, a perdu les propriétés caractéristiques du sucre; il est incristallisable et ne peut entrer en fermentation alcoolique : ainsi donc, la portion de sucre caramélisé qui se trouve dans les mélasses brunes est sans valeur pour le fabricant d'alcool.

SUCRE DE LAIT, LACTOSE OU LACTINE.

Sous ces trois dénominations on désigne un seul et même corps qui fait partie du lait des mammifères et qui présente les caractères suivants :

A l'état de pureté, il cristallise sous forme de prismes à quatre pans terminés en sommets à quatre faces. Son poids spécifique est de 1543 (l'eau pesant 1000). On l'obtient sou-

rave; il peut même être favorable à la végétation de cette plante, qui fait partie d'une des familles, les Chénopodées, où se rencontrent des espèces propres aux terrains salés.

(1) Le sucre dont le raffinage n'est pas porté presque à sa limite de perfection retient sensiblement encore des traces des produits odorants qui dépendent de la matière première (canne ou betterave); on en trouve un exemple remarquable dans le sucre candi blanc, légèrement jaunâtre ou de *nuance paille*, destiné à la préparation du vin mousseux de Champagne : bien que l'état de raffinage de ce sucre corresponde à la qualité du sucre en pain ordinaire, l'odeur aromatique provenant de la canne contribue au bouquet fin et délicat du vin, tandis que l'odeur spéciale des produits de la betterave modifierait défavorablement le goût du même vin de Champagne.

vent dans l'industrie en cristaux grenus ou en masses cristallines demi-translucides.

Le sucre de lait a une saveur douce, faiblement sucrée; il est soluble dans deux fois son poids d'eau bouillante, et, comme il faudrait six fois son poids d'eau froide pour le dissoudre, on comprend que sa solution saturée à chaud doit cristalliser par le refroidissement. Il est insoluble dans l'alcool comme dans l'éther.

Sa composition est représentée en équivalents et en centièmes par les nombres suivants :

C^{24}	1800	ou pour 100	Carbone..........	40
H^{24}	300		Hydrogène.......	6,67
O^{24}	2400		Oxygène........	53,33
	4500			100

Le sucre de lait en cristaux, chauffé jusqu'à 120°, perd 2 équivalents d'eau sans se fondre (ce qui le distingue de la glucose cristallisée, liquéfiable à cette température); si l'on élève sa température à 150°, il laisse encore dégager 3 équivalents d'eau sans se décomposer; il est alors anhydre. Sa formule est $C^{24} H^{19} O^{19}$; on ne pourrait lui faire perdre une nouvelle quantité d'eau sans le décomposer.

Chauffé avec les acides étendus d'eau, il se transforme en glucose; chauffé, même sans le contact de l'air, dans des solutions de soude et de potasse, il s'altère et se colore en jaune graduellement plus orangé rougeâtre et brun. Il se forme, par cette réaction, de l'acide glucique et de l'acide mélassique.

Dans quelques localités, on fait fermenter le lait à une température de 35 à 40°, pour en obtenir ensuite de l'alcool par la distillation. Les Tartares réalisent les conditions utiles au commencement de la fermentation, en le transpôrtant dans des outres, sur le dos de leurs montures. MM. Boutron et Fremy ont démontré que, dans des circonstances différentes, en laissant le lait exposé à l'air, le caséum est altéré

et produit une fermentation spéciale qui change le sucre de lait en acide lactique. Dans ces derniers temps, on a transformé avec profit le petit-lait en un liquide acide, contenant de l'acide acétique et un peu d'acide lactique; il est employé, sous le nom de vinaigre de lait, dans l'économie domestique.

AMIDON ET FÉCULE AMYLACÉE.

Ces deux noms désignent, dans l'industrie et la science, un même principe immédiat : le mot amidon, plus généralement admis dans la nomenclature chimique, s'applique spécialement, en langage d'atelier ou de commerce, au produit tiré des grains ou fruits des céréales, ainsi que de quelques autres grains ou fruits, les fèves et les *marrons d'Inde*, par exemple. On indique en général, par la dénomination de fécule ou fécule amylacée, le produit obtenu des tiges, rhizomes ou racines tuberculeuses, tels que les tubercules des Pommes de terre, les tiges de quelques palmiers, les rhizomes de *Maranta arundinacea*, les racines de batate, d'igname, de manioc.

La substance amylacée provenant de ces diverses origines est identique quant à sa composition chimique; mais elle offre, suivant les végétaux qui la sécrètent, des particularités remarquables, dépendantes soit de la forme et de la dimension de ses grains, soit des différents degrés d'agrégation de ses particules, soit des matières étrangères qui l'accompagnent.

Ces caractères différents donnent lieu à des applications spéciales et ajoutent de l'intérêt aux détails scientifiques que nous exposerons brièvement ici.

L'aspect extérieur des amidons et fécules observés à l'œil nu est à peu près le même : ils se présentent sous l'apparence d'une poudre blanche, d'une ténuité variable, mais que l'on ne pourrait apprécier directement.

On reconnaît, toutefois, une différence sensible entre les divers produits, amidon ou fécule, et la fécule des Pommes de terre : celle-ci est caractérisée par une odeur spéciale, que l'on peut exalter et rendre beaucoup plus sensible en la chauffant, délayée dans vingt fois son poids d'eau, jusqu'à l'ébullition, et plus encore, en ajoutant à l'eau un ou deux centièmes d'acide sulfurique, et que l'on amoindrit beaucoup au contraire, à l'aide des bases alcalines, en lavant, par exemple, cette fécule avec une solution contenant un centième de carbonate de soude.

Cette odeur caractéristique tient à la présence d'une huile essentielle, dont la proportion est cependant très-faible, environ 0,0001 ; elle suffit pour motiver la grande différence de valeur commerciale entre cette fécule et les fécules exotiques, dont le prix est double au moins : c'est que les fécules exotiques (des batates, *Maranta arundinacea*, manioc, palmiers, etc.), de même que la fécule de nos batates indigènes, ne contiennent pas de substance à odeur désagréable, et qu'on les emploie de préférence pour diverses préparations alimentaires ; mais leur prix est trop élevé pour les applications industrielles, et notamment pour la distillation.

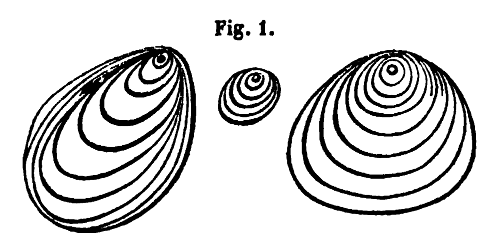
L'amidon est toujours sécrété dans les cellules des différentes parties des plantes (racines, tiges, feuilles, fruits et jusque dans le pollen de certaines fleurs aquatiques) en granules blancs, transparents sous le microscope et dont les dimensions, en diamètre, varient depuis 160 à 185 millièmes de millimètre, pour les plus gros grains de la fécule des pommes de terre, jusques à 2 millièmes de millimètre, dimension des plus gros grains de l'amidon des graines du *Chenopodium quinoa*. De très-petits grains semblables, et même de moindre diamètre encore, se rencontrent, au début de leur formation, dans toutes les plantes.

Les formes de l'amidon, en général globuleuses, ovoïdes, lenticulaires ou cylindroïdes, varient non-seulement suivant les plantes qui le produisent, mais encore dans les mêmes plantes, suivant l'abondance de sa production. C'est ainsi

que, dans le fruit de la plupart des variétés de maïs, les cellules plus ou moins rapprochées, de la périphérie dans les parties *cornées* du périsperme, contiennent en si grand nombre les grains d'amidon, que ceux-ci, pressés les uns contre les autres, ne peuvent conserver leurs formes arrondies, et qu'ils occupent plus complétement l'espace qui leur est offert en prenant des conformations polyédriques (1); ils se soudent même ou s'agglutinent les uns aux autres, en sorte que tout le contenu de la cellule semble former une seule masse cohérente. Cette disposition permet de distinguer, sous le microscope, les parties cornées du maïs des parties blanchâtres farineuses dans lesquelles les grains d'amidon, moins nombreux, conservent des formes arrondies.

Chaque grain d'amidon est formé de couches concentriques solides emboîtées les unes dans les autres, douées d'une cohésion graduellement plus forte dans l'épaisseur de chacune d'elles du centre à la circonférence, ce qui montre que la substance s'accumule dans chaque granule, en s'introduisant au centre, par une ouverture improprement appelée *hile*, et repoussant les premières couches formées; les parties centrales sont donc toujours de formation plus récente et moins consistantes que les portions rapprochées de la périphérie; la figure ci-dessous indique cette structure observée sous le microscope.

Fig. 1.



Toute la masse de chacun des grains d'amidon ou de fécule est formée, dans toutes les plantes, sauf quelques traces

(1) Cette disposition des grains d'amidon pressés les uns contre les autres, jusqu'au centre de chaque cellule, est inconciliable avec l'hypo-

de corps étrangers (huile essentielle, matières grasses, albuminoïdes, minérales, à la superficie et entre les couches concentriques), du même principe immédiat, dont la composition élémentaire est représentée par la formule $C^{12} H^{10} O^{10}$ (1) ou 12 équivalents de carbone dont le poids = 900, plus 10 équivalents d'hydrogène pesant 125 et 10 équivalents d'oxygène pesant 1000; la somme de ces poids, égale à 2025, représente le poids équivalent de l'amidon pur et parfaitement desséché. Ce n'est jamais en cet état de siccité extrême que l'amidon ou la fécule se trouve dans le commerce, et on le comprendra facilement en se rappelant ce qui se passe relativement à la fécule de pomme de terre, qui s'emploie comme matière première des principales industries opérant sur la substance amylacée. Cette fécule, plus ou moins desséchée au moment de sa préparation, puis exposée à l'air libre, perd ou absorbe de l'eau, suivant qu'elle se trouve plus ou moins humide, de façon à retenir généralement 4 équivalents d'eau, ce qui forme 18 centièmes du poids total. Ainsi la fécule commerciale dite *sèche* contient pour 100 : fécule sèche, 82 plus 18 d'eau; c'est la composition qui correspond à l'état le plus stable dans l'air ordinaire marquant à l'hygromètre de 60 à 75° (2).

thèse qui présentait l'amidon comme se formant et s'accroissant en contact avec la paroi cellulaire : il est, au contraire, évident que les granules se forment et s'accroissent dans l'intérieur des cellules soit près, soit à distance des parois.

(1) Dans cette composition, on peut remplacer un équivalent d'eau (HO) par un équivalent d'oxyde de plomb (PbO); la formule devient alors PbO, $C^{12} H^9 O^9$: d'où l'on voit que l'on peut écrire ainsi la formule de l'amidon HO, $C^{12} H^9 O^9$, représentant un amylate d'eau comme la précédente représente un amylate d'oxyde de plomb.

(2) On obtient la fécule dans un état de siccité absolue en l'exposant à la température de 110° dans le vide ou de 130° dans une étuve; elle est alors tellement mobile, qu'elle se répand en poussière lorsqu'on la transvase, et tellement avide d'eau, qu'elle dessèche, rétrécit ou fait fendre les planches ou douves des caisses ou tonneaux dans lesquels on la renferme. Lorsqu'on chauffe la fécule commerciale (contenant 0,18 d'eau) brusquement à 160° ou graduellement à 200°, elle prend une coloration légèrement ambrée et, sans que ses grains aient changé de forme, elle a éprouvé une désagrégation telle qu'elle se dissout alors en grande partie dans

Un autre état de la fécule commerciale est désigné par la dénomination de *fécule verte;* c'est la fécule simplement égouttée, que l'on a placée pendant deux ou trois heures sur une aire en plâtre, afin de faire absorber l'excès d'eau interposée. La fécule verte représente les 2/3 de son poids ou 0,666 de fécule commerciale dite *sèche;* elle contient 15 équivalents d'eau, ce qui correspond à environ 55 (54,85) de fécule absolument desséchée et 45 d'eau (ou 45,15) pour 100 en poids.

La fécule dans cet état humide, chauffée brusquement à 100°, se gonfle, forme une sorte d'empois épais, et ses grains, sensiblement déformés, se soudent entre eux; c'est ainsi que l'on obtient en grains irréguliers la substance nommée tapioka, préparée dans l'Inde et les colonies avec les fécules de manioc et autres dites exotiques. Le tapioka, imité en France avec la fécule de pomme de terre, conserve une légère odeur désagréable.

La fécule, insoluble et très-peu altérable dans l'eau froide, éprouve des changements dignes d'attention lorsqu'on la chauffe en contact avec un excès d'eau, 100 fois son poids par exemple : jusques à 55° C , on n'observe aucun changement; à 57° les granules les plus jeunes commencent à se gonfler, quelques-uns laissent sortir une partie de la substance interne, qui forme une petite hernie au dehors. Le gonflement et la dissolution partielle des portions faiblement agrégées augmentent progressivement avec l'élévation de la température; vers 100°, ou au moment de l'ébullition de l'eau, une grande partie de la matière semble dissoute; le volume de chaque grain est de vingt-cinq à trente fois plus considérable. En jetant le tout sur un filtre, le liquide clair qui passe entraîne une quantité notable de la matière amylacée; celle-ci, cependant, n'est pas dissoute aussi complétement

l'eau froide; sa composition est restée la même. C'est donc une substance isomérique qui s'est formée; on la nomme *dextrine*, parce que sa solution a le pouvoir de dévier vers la droite le plan de polarisation de la lumière polarisée.

que le serait du sucre ou un sel soluble, car un simple abaissement de température au-dessous de 0° fait agréger de nouveau la substance, qui apparaît et se précipite lorsque le liquide est dégelé. L'évaporation à froid dans le vide produit le même effet : lorsque toute l'eau est évaporée, si l'on délaye le résidu dans de l'eau froide, la plus grande partie refuse de s'y dissoudre. La congélation de l'empois produit de semblables effets et laisse exsuder de l'eau presque pure : disons d'abord comment l'empois se forme.

Formation de l'empois. — Si l'on délaye la fécule dans douze à quinze fois son poids d'eau, et que l'on chauffe le mélange en agitant sans cesse, les phénomènes ci-dessus indiqués se manifesteront successivement. Tous les grains de fécule se gonfleront par degrés, tendant à occuper vers 100°, de vingt-cinq à trente fois leur volume primitif; mais le volume du liquide étant insuffisant pour permettre ce maximum de gonflement, on comprend que tous les grains ainsi gonflés se toucheront et se presseront les uns contre les autres, retenant emprisonnée toute l'eau qui les gonfle, et donnant à la masse cette consistance pâteuse d'empois que chacun connaît. Toutes les fécules comme l'amidon des céréales produisent des effets analogues dans les mêmes circonstances; cependant quelques fécules en granules fins faiblement agrégés laissent disséminer ou dissoudre une plus grande proportion de leur substance, et ne forment d'empois consistant qu'avec de plus faibles doses d'eau. Nous verrons, plus loin, des applications de l'empois et des exemples de sa formation utile ou nuisible en certains cas.

Les alcalis caustiques (soude ou potasse), en solution dans vingt-cinq à trente fois leur poids d'eau, ont la propriété de gonfler, plus encore que l'eau pure bouillante, la fécule, même à froid. Ses granules acquièrent, dans ces solutions froides, en quantités suffisantes, un volume soixante-quinze fois aussi grand que le volume primitif. Les amidons de blé et des autres céréales, en raison de leur plus forte agrégation, résistant davantage que la fécule à l'action de ces solutions

alcalines, on peut, sous le microscope, faire mieux apparaître les granules de cette dernière : en effet, un liquide contenant 1,5 pour 100 de potasse caustique les fait gonfler et augmente de quatre à cinq fois leur diamètre, tandis qu'il laisse intacts les granules de l'amidon de blé. (Donny.)

Les acides sulfurique, azotique, chlorhydrique, assez concentrés, peuvent faire gonfler à froid, puis dissoudre et transformer en dextrine la fécule. On produit cet effet avec l'acide sulfurique contenant 0,7 d'eau (1). Les mêmes acides, très-étendus d'eau à la température de 100° à 105°, font subir à la fécule plusieurs transformations : elle se change d'abord en dextrine, puis, si la réaction se prolonge, en matière sucrée (glucose) contenant, à l'état sec, 2 équivalents d'eau de plus que l'amidon : sa formule est donc $C^{12} H^{12} O^{12}$. Cristallisée, la glucose prend encore 2 équivalents d'eau, et sa formule devient $C^{12} H^{14} O^{14}$. Ces indications théoriques ne sont pas inutiles; elles nous apprennent que, par la saccharification pratique, la fécule commerciale, dont le poids équivalent est de 2475, ainsi transformée, représente 2945 de glucose cristallisée, ou que 100 de cette fécule produiraient 118,9 de glucose cristallisée, si l'on n'éprouvait aucune déperdition dans l'opération en grand.

Plusieurs acides végétaux, notamment l'acide oxalique, transforment également la fécule en dextrine, puis en glucose; l'acide acétique ne produit pas le même effet. Cette différence d'action entre plusieurs acides minéraux ou végétaux et l'acide acétique m'a permis d'indiquer un moyen pratique d'essai des vinaigres; avant de l'indiquer, j'ajouterai ici une curieuse propriété de l'amidon applicable dans ce cas et pour guider les fabricants de glucose.

(1) L'acide azotique concentré peut, en se combinant avec l'amidon, donner un produit appelé *xyloïdine*. Une partie des éléments de cet acide, unis en proportions plus fortes, donnent, sous certaines conditions, un composé fulminant (pyroxam) analogue au pyroxyle. Ces produits n'ont aucune application directe aux industries que nous traitons ici.

ACTION DE L'IODE SUR L'AMIDON HYDRATÉ.

Lorsqu'on verse une solution d'iode dans la matière amylacée, préalablement dissoute par 100 à 1,000 fois son poids d'eau bouillante, et lorsque la solution est refroidie, filtrée ou non filtrée, une belle coloration bleu-indigo se manifeste. Cette propriété, sorte de teinture de la matière hydratée, se modifie à mesure que l'amidon ou la fécule se transforme graduellement en dextrine et en glucose. L'iode produit une couleur graduellement plus violette, puis rougeâtre, suivant que la transformation s'avance; enfin, lorsqu'elle est complète, la solution ne contenant plus de particules amylacées, mais seulement de la dextrine et de la glucose, l'iode ne communique plus au liquide que sa propre coloration jaune.

C'est à ce terme de la transformation complète que l'on doit arrêter la réaction de l'acide sulfurique dans la fabrication de la glucose décrite plus loin.

Voici comment le même moyen sert à l'essai des vinaigres : on délaye, dans 100 grammes ou 1 décilitre du vinaigre à vérifier, 1 décigramme de fécule; le mélange est soumis à l'ébullition, pendant une demi-heure, dans un matras ou une fiole, puis on laisse refroidir. Alors on ajoute quelques gouttes de la solution d'iode. Si le vinaigre était exempt d'acide sulfurique ou chlorhydrique, la fécule n'ayant pu être transformée, on aura une coloration bleu-indigo intense; si, au contraire, le vinaigre avait été falsifié par l'addition d'un demi ou d'un quart de centième d'acide sulfurique (ou l'équivalent d'un autre acide actif sur l'amidon), la fécule aurait été transformée complétement, et l'iode ne produirait pas la coloration violette.

Une dernière propriété de l'amidon qu'il importe d'exposer ici consiste dans la réaction très-remarquable qu'il éprouve de la part d'un principe organique développé pendant la germination des céréales et la pousse de certains bourgeons entourés, à leur base, de substance amylacée.

C'est dans le but (dont la cause était ignorée) de déterminer le développement de ce principe actif (nommé diastase par M. Persoz et moi) que les brasseurs et les distillateurs de grains ou de pommes de terre font germer l'orge et la convertissent en malt, comme nous l'indiquerons plus loin.

La diastase, à l'état normal, est neutre, soluble dans l'eau, incolore, insipide, inerte sur toutes les substances autres que l'amidon essayées jusqu'ici (1). Son action toute spéciale sur la matière amylacée est tellement énergique, qu'elle peut transformer en dextrine et en glucose deux mille fois son poids de fécule, pourvu que celle-ci soit suffisamment hydratée en contact avec une assez grande quantité d'eau. Si, par exemple, on délaye 10 à 15 kilog. d'orge germée ou de malt broyé dans 500 litres d'eau, que l'on fasse graduellement chauffer au bain-marie et que l'on y ajoute, lorsque la température sera portée à 55° environ, peu à peu 100 kilog. de fécule, en délayant sans cesse; qu'ensuite on continue d'échauffer lentement le mélange jusqu'à la température de 75°, que l'on soutiendra sans dépasser sensiblement ce terme, on verra la fécule se liquéfier ou se dissoudre, et au bout de deux heures et demie à trois heures la totalité sera convertie en dextrine et en glucose, au point que le liquide ne donnera plus de coloration bleue ou violette par l'iode.

C'est le moyen pratique employé pour vérifier la transformation complète : quelques gouttes refroidies instantanément sur une soucoupe suffisent à montrer le moment où une goutte d'iode ne donne plus la coloration caractéristique

(1) On parvient à isoler la diastase en délayant le malt écrasé dans quatre fois son poids d'eau tiède (à 50°). Au bout de quelques heures, on extrait le liquide par la pression, et on le filtre. La solution, chauffée au bain-marie jusqu'à 75°, laisse coaguler la plus grande partie de l'albumine ; on filtre, puis on ajoute graduellement de l'alcool à 90° jusqu'à ce que la diastase apparaisse en un précipité floconneux ; celui-ci, recueilli sur un filtre, est redissous dans peu d'eau et de nouveau précipité à deux ou trois reprises; recueilli alors et desséché à froid dans le vide, il présente la diastase presque complétement pure, douée de l'action énergique ci-dessus indiquée.

de l'amidon; ce principe immédiat est donc entièrement changé en dextrine et en glucose (1).

Pendant cette sorte de saccharification, à l'aide du principe actif naturel de l'orge germée, on doit se garder de trop élever la température, car, de 90 à 100°, la diastase éprouve une altération profonde : sa faculté spéciale est détruite.

INULINE.

Ce principe immédiat des végétaux a été entrevu par John Tomsdorf, découvert par Henry Rose, dans la racine d'aunée, *Inula helenium*; de là vient le nom qu'on lui a donné. Observée dans les racines d'angélique, de pyrèthre, de colchique (Gauthier, Pelletier et Caventou), elle est blanche, presque insoluble dans l'eau froide, soluble dans l'eau bouillante. Sa solution dévie à gauche le plan de polarisation de la lumière polarisée. Je l'ai retrouvée dans les tubercules des dahlias, des topinambours et dans le lichen d'Islande, et j'ai démontré que ce principe immédiat, dissous en certaines proportions dans l'eau à 100°, se dépose, après le refroidissement, en sphérules microscopiques irrégulières, incolores, diaphanes, parfois adhérentes entre elles et disposées en chapelets; se brisant en fragments anguleux. Que sa composition élémentaire, à l'état normal et fondue, est la même que celle de la cellulose, l'amidon et de la dextrine. Ce sont donc cinq substances isomériques. J'ai, de plus, constaté que l'inuline est susceptible de se fondre à la température de 160°, devenant alors soluble dans l'eau et l'alcool; elle se transforme en glucose non-seulement par les acides miné

(1) Les relations entre la dextrine et la glucose simultanément formées dans ces circonstances varient suivant les proportions d'eau ; ainsi on peut réduire à 21 centièmes la quantité de dextrine si l'on porte la dose d'eau à 100 fois le poids de la fécule, tandis que, en hydratant la fécule avec seulement 15 fois son poids d'eau, la proportion de dextrine s'élève à 22,75 pour 100; elle atteint 0,53 lorsqu'on saccharifie la fécule délayée dans 5 fois seulement son poids d'eau et sans former d'empois.

raux et les acides végétaux, qui saccharifient l'amidon, mais encore par l'acide acétique, qui est inerte sur la substance amylacée; j'ai, en outre, constaté que la diastase, si énergique sur la fécule, est sans action sur l'inuline (1), et qu'enfin ces propriétés distinctives permettent de séparer l'inuline de l'amidon, et réciproquement.

L'inuline et la matière sucrée (sucre de canne suivant les observations que j'ai faites avec M. Barreswill) contenues dans les racines tuberculeuses du topinambour sont aisément transformées, par la fermentation, en alcool et acide carbonique.

(1) Voyez t. VIII des *Mémoires des savants étrangers*, Académie des sciences, p. 336 à 338, et même recueil, t. IX, p. 25 et 26.

MATIÈRES PREMIÈRES

CONTENANT DES PRINCIPES ALCOOLISABLES.

RAISIN.

STRUCTURE ET COMPOSITION.

Il est utile de connaître la composition immédiate des différentes parties du fruit de la vigne, *Vitis vinifera* (*Ampélidées vinifères*), afin de se rendre compte de l'influence des procédés d'extraction du jus et du cuvage, non-seulement sur la qualité des vins dont nous ne devons nous occuper que d'une manière générale, mais encore sur la qualité des eaux-de-vie qui doivent plus particulièrement fixer notre attention.

En examinant à l'œil nu, à la loupe et sous le microscope les différentes parties d'un grain de raisin, on y remarque successivement, depuis la périphérie jusqu'au centre, 1° une couche superficielle d'une sorte d'efflorescence blanchâtre ou de duvet floconneux ; c'est une matière cireuse qui protége le fruit contre l'action de l'eau ou d'un excès d'humidité de l'air ambiant.

2° Une enveloppe ou pellicule épidermique résistante, formée de cellulose injectée de substance azotée, de matières grasses et minérales.

3° Une sorte de tissu herbacé, renfermant la totalité ou une grande partie des matières colorantes ou colorables (1) ;

(1) Les raisins dits *teinturiers*, très-abondants en matières colorantes (bleue, rouge et jaune), contiennent ces substances dans toute leur masse pulpeuse ; le tissu herbacé des raisins blancs ne contient que la matière colorante jaune et la matière colorable.

une huile essentielle odorante spéciale, contribuant à l'arome des vins cuvés et des eaux-de-vie qui en proviennent, des substances azotées, grasses, du tanin et des sels.

4° La pulpe charnue constituant la plus grande partie de la masse du fruit, traversée par des vaisseaux séveux, et principalement formée d'un tissu cellulaire léger, dont les cellules sont remplies du jus ou liquide tenant en dissolution ou en suspension la glucose, l'albumine, le tanin, la pectose, les acides pectique et malique, des matières azotées solubles et insolubles, des huiles essentielles, des ferments; une matière colorable à l'air, des matières grasses dont une, sans doute, donne lieu à la formation de l'éther œnanthique; du bitartrate et quelquefois du racémate de potasse, des tartrates de chaux et d'alumine; des chlorures de potassium et de sodium (1); des phosphates de magnésie et de chaux; de la silice et de l'oxyde de fer.

5° Près du centre, les pepins qui renferment, comme toutes les graines, une huile grasse, 12 à 13 centièmes; plus une huile essentielle particulière qui ajoute son odeur aux vins cuvés et du tanin en forte proportion, qui, dans les mêmes conditions, se dissout partiellement dans le vin; enfin des substances azotées; le tout enfermé dans les cellules du tissu, avec des matières incrustantes analogues à celles du bois et qui donnent aux pepins leur grande dureté.

Chacun des grains de raisin est rattaché, par un pédoncule, à des ramifications dont l'ensemble représente cette portion de la grappe que l'on nomme *rafle;* celle-ci est composée d'un tissu assez rigide, contenant surtout les principes ci-après : cellulose, eau, tanin, substances azotées, matière verte, des acides, très-peu de matières sucrées, et quelques autres principes immédiats; c'est surtout par le tanin et les acides que les rafles influent sur la saveur des vins lorsqu'elles

(1) Les iodures alcalins s'y rencontrent surtout dans les vins des contrées maritimes, tels que ceux obtenus dans les vignobles de l'île de Ré et de la Rochelle.

restent en totalité ou en partie pendant le cuvage. Les rafles, avec les pepins, les pellicules et le tissu y adhérant (contenant des matières azotées, colorantes, une huile essentielle particulière et du tanin), concourent à donner aux eaux-de-vie de marcs l'odeur forte et désagréable qui les caractérise.

On comprend donc que les eaux-de-vie préparées avec des vins qui n'ont cuvé ni sur les pellicules ni sur les rafles aient une odeur plus douce, un bouquet plus agréable. En décrivant plus loin les procédés de fabrication du vin, particulièrement en vue d'en obtenir de l'eau-de-vie ou des esprits (alcool), j'indiquerai les réactions qui se passent durant le cuvage et les précautions à prendre en certaines années pour éviter les inconvénients qui peuvent résulter du défaut d'équilibre entre les principes immédiats ci-dessus énumérés, par suite d'une maturité incomplète ou de la coulure (avortement) d'une partie des fruits.

VARIÉTÉS DE LA VIGNE.

Les qualités du raisin dépendent des variétés de vignes cultivées, de l'exposition des vignobles et des saisons plus ou moins favorables ou défavorables à la maturité du fruit; ces circonstances ont une importance bien plus grande, lorsqu'il s'agit de la production des vins de table, qu'au point de vue de la distillation, aussi nous étendrons-nous peu à leur égard.

Il existe un très-grand nombre de variétés de vignes, la collection du Luxembourg, à Paris, en compte plus de deux mille; cependant on peut ranger en deux grandes classes les cépages de la viticulture (sans y comprendre les raisins de treilles); ce sont, d'une part, les variétés propres aux coteaux et, d'un autre côté, les plants qui conviennent le mieux aux plaines. Parmi les premiers, on distingue surtout le pineau, qui sous divers noms (1), en beaucoup de localités,

(1) C'est le pineau noir ou noirien qui donne le meilleur raisin pour les

constitue le meilleur plant des coteaux bien insolés, et le gamay, qui donne les plus abondants produits dans les bons vignobles de plaines.

Les autres fruits sucrés ne sont guère employés qu'exceptionnellement dans la fabrication de l'alcool ou pour la préparation de liqueurs spéciales : c'est ainsi qu'une partie des jus fermentés de poires et de pommes (*poiré* et cidre) sont distillés dans les années d'extrême abondance ; le plus ordinairement le produit ne dépasse pas les besoins de la consommation des cidres comme boisson.

On distille, dans quelques localités, les cerises, qui partout ailleurs sont utilisées comme fruits alimentaires ; la liqueur spéciale qu'elles fournissent est connue sous le nom de *kirsch* ou *Kirschen-Wasser ;* nous décrirons plus loin sa préparation.

Lorsque les alcools de vin et de grain sont obtenus en quantité insuffisante, on distille les produits fermentés des figues, des prunes et de quelques autres fruits sucrés ; dans tous les cas, ces fruits donnent des quantités d'alcool sensiblement proportionnées aux doses de matière sucrée (glucose) qu'ils contiennent.

AVENIR DES INDUSTRIES FONDÉES POUR REMPLACER LES ALCOOLS DE VIN.

Bien que l'insuffisance des récoltes dans nos vignobles ne soit sans doute que passagère, l'énorme déficit que la maladie de la vigne a laissé dans nos moyens d'approvisionnement et d'exportation de vins, eaux-de-vie, alcools et liqueurs ne saurait être de longtemps comblé, sans l'intervention des

vins rouges de la Côte-d'Or et le vin mousseux blanc et rosé de la Champagne, ainsi que pour divers vins des bons crus de France, et le vin de Constance au Cap. On désigne sous le nom de *pineau gris* ou *muscadet*, *beurot*, *auxois*, *affumé*, *ascrot*, *braguet gris*, *cordelier gris*, *fromenteau gris*, *tokai gris*, suivant les localités, une variété à grains gris douée d'un arome agréable, qui améliore le bouquet des vins rouges. On range au nombre des bons cépages du Midi les *ribairiens*, les *mourvèdes* et les *picquepouilles*.

nouvelles industries alcoogènes. Quelques données statistiques précises seront utiles à cet égard; elles prouveront que l'avenir de ces industries repose non-seulement sur les déficit à combler, mais encore sur l'extension rapidement progressive de nos relations internationales.

Les prix du vin en France varient ordinairement entre 10 et 200 fr. (1) l'hectolitre; si l'on estime la valeur moyenne sur l'ensemble à 20 fr., on aura une somme de 900,000,000 fr. représentant le prix total des 45,000,000 d'hectolitres récoltés, année commune, sur les 2,109,647 hectares qui composent nos vignobles dans soixante-seize départements, non compris les deux départements annexés de la Savoie. Cette production représente au delà d'un milliard pour le commerce des vins livrés aux consommateurs de la France et de l'étranger.

Depuis quelques années, les cours des vins se sont triplés chez nous, tandis que la production, après avoir baissé de près des quatre cinquièmes, commence à se relever.

En admettant qu'aujourd'hui la valeur moyenne (entre 25 et 500 fr., suivant les crus et les années de la récolte) soit de 50 fr. l'hectolitre, la valeur totale des 9,569,672 hectolitres (récoltés en 1854) était de 478,483,600 fr., et ne représentait guère que la moitié de la valeur d'une récolte ancienne.

On se fera une idée plus exacte de la déperdition éprouvée sur les produits de la vigne, vins et alcools depuis que la maladie spéciale sévit sur nos vignobles, en consultant le tableau ci-après, dressé par les soins du bureau des subsistances au ministère de l'agriculture, du commerce et des travaux publics; ce tableau permet de comparer les produits d'une année moyenne (avant l'invasion de cette maladie) avec les produits obtenus en 1854 ou sous l'influence de l'*épidémie* en question.

(1) La valeur vénale des grands vins du Médoc se trouve généralemen comprise entre 220 francs et 550 francs l'hectolitre.

Produit de la vigne en France pour l'année 1854, comparé à celui d'une année moyenne.

RÉGIONS.	NOMBRE D'HECTARES plantés en Vigne.	VIN. NOMBRE D'HECTOLITRES RÉCOLTÉS, année moyenne,		VIN. NOMBRE D'HECTOLITRES RÉCOLTÉS, en 1854,		ALCOOL.	
		par hectare.	TOTAL.	par hectare.	TOTAL.	PRODUCTION habituelle.	PRODUCTION en 1854.
1re..........	8.835	11.45	101.468	» 50	4.403	200	7
2e..........	35.985	43.80	1.577.907	8.24	296.991	788	622
3e..........	115.756	43.30	5.012.947	6.20	727.382	26.154	2.803
4e..........	382.724	22.18	8.600.053	3.80	1.456.298	297.384	49.772
5e..........	177.424	24.20	4.302.317	5.25	931.965	6.064	4.563
6e..........	511.890	13.33	6.844.024	3.30	1.687.342	153.077	31.089
7e..........	181.096	33.60	5.091.877	6.30	1.147.519	8.837	1.745
8e..........	403.568	18.30	7.390.987	4.18	1.689.590	552.343	58.181
9e..........	281.064	17.15	4.821.309	5.58	1.569.511	81.218	23.461
10e..........	11.305	21 »	247.707	5 »	58.971	»	»
	2.109.647	21.32	44.990.696	4.53	9.569.672	1.126.065	172.243

On voit, par les résultats inscrits dans les deux dernières colonnes de ce tableau, que la déperdition sur les alcools a été plus considérable encore, puisqu'elle dépasse les 5/6 des quantités ordinairement obtenues; il en est résulté une augmentation de prix qui a porté les cours de 60 à 180 fr. et jusqu'à 240 fr. l'hectolitre. Si l'on admet comme moyenne de l'augmentation 200 francs, on peut voir que la valeur anciennement obtenue étant, à 60 francs l'hectolitre, de 67,563,900 fr., elle se trouve réduite à 34,448,600 fr. La perte, toute compensation faite entre les quantités et les prix, serait donc à peu près de moitié comme sur les vins, et la somme totale exprimant le préjudice occasionné à nos vignobles s'élèverait (pour 1854) à 421,517,400 francs sur les vins, plus 34,448,600 fr. sur les alcools; ensemble à 455,966,000 fr. Cet énorme déficit, conséquence de la maladie de la vigne, a été très-inégalement réparti : ruineux pour certains propriétaires et vignerons; compensé par l'élévation des prix pour d'autres; enfin très-avantageux pour le petit nombre de viticulteurs qui, épargnés par le fléau ou assez habiles et laborieux pour s'en être affranchis par un soufrage préventif et réitéré, ont obtenu une récolte moyenne représentant, en raison de l'élévation des cours, une valeur double ou triple de celle des recettes habituelles.

Si nous consultons les états des douanes à deux époques, nous pourrons y reconnaître l'influence soit de la maladie de la vigne, soit des progrès de notre commerce extérieur.

ANNÉES.	EXPORTATION.	HECTOLITRES.	VALEUR en francs.	VALEUR de 1 hectolitre.
1836	Vins de la Gironde. . .	1,213,816	40,993,234	37 fr. 10
	— des autres crus. . .	64,696	6,469,679	
		1,278,512	47,462,913	
	Vins de liqueur.	26,706	4,005,983	
	Total, quantités et val..	1,305,218	51,468,896	
1854	Vins de la Gironde. . .	452,040	65,493,488	144 fr. 88
	— des autres crus. . .	723,045	65,074,057	90 fr. »
	Total, quantités et val..	1,175,085	130,567,545	111 fr. 11

Ces nombres font voir, d'une part, que les quantités des vins exportés de France à l'étranger sont restées les mêmes malgré la grande diminution des récoltes; d'un autre côté, que les cours commerciaux s'étant élevés sous cette double influence, la valeur totale des produits exportés s'est trouvée en 1854 (1) triple de ce qu'elle était en 1836. Les vins étrangers importés en France étant, pour la première époque, de 2,816^{h},61 qui représentent une valeur de 464,674 fr., et pour la deuxième de 155,177 hectolitres de toute nature valant 12,106,451 fr., le commerce général, exportation plus importation en 1854, a dépassé 202,000,000 : ainsi les quantités importées se sont quintuplées, et la valeur s'est accrue suivant un rapport plus grand, car elle dépasse vingt-huit fois l'ancien chiffre.

Les progrès de notre commerce extérieur relatif aux eaux-de-vie, alcools et liqueurs, aux mêmes époques, sont également très-remarquables comme on peut le remarquer en jetant les yeux sur les tableaux suivants :

Année 1836. Exportation.	Nombre de litres.	Valeur en francs.
Eaux-de-vie de vin (contenant 0,5 d'alcool).	19,991,396	16,262,174
— de grains et de pommes de terre.	276,022	165,613
— de mélasse, rhum, etc.	18,225	10,935
— de cerises.	31,891	47,837
Liqueurs.	551,199	1,653,597
Total.	20,868,733	18,140,176
Année 1854.		
Eaux-de-vie de vin (contenant 0,5 d'alcool).	29,755,200	46,286,980
— de cerises.	26,008	76,724
— de mélasse, rhum, etc. . . .	94,231	207,308
— diverses.	254,093	139,754
Liqueurs.	607,707	1,519,268
Total.	30,737,239	48,230,034

(1) Les quantités de vin exportées en 1854 comprenaient, en outre,

	Hectolitres.	Francs.	
Vins en bouteilles 1° de la Gironde...	58,338	à 320	= 18,668,045
— — des autres crus....	81,738	à 460	= 37,599,441
— — de liqueur........	15,052	240 à 270	= 4,014,362
Total...........	155,128		60,281,848

Ainsi, de 1836 à 1854, les quantités ont augmenté de 50 pour 100, et la valeur s'est accrue de 166 pour 100. Les progrès de nos relations internationales, en ce qui touche les produits de la distillation, ne sont donc pas moins évidents que ceux de l'exportation de nos vins.

L'amoindrissement du produit des récoltes n'est pas, d'ailleurs, la seule cause de la diminution graduelle dans la production des alcools de vins ; il en est une autre qui, chaque année, devient plus sensible, c'est l'emploi des vins du Midi pour améliorer les vins faibles obtenus en si grandes quantités dans les départements du Centre et de l'Est.

Cette application n'est pas nouvelle, mais diverses causes, et notamment le déficit dans les récoltes du Midi, et antérieurement la difficulté des transports, alors que l'on ne pouvait avoir recours aux chemins de fer, l'avaient réduite à une assez faible proportion. Il n'en est plus de même aujourd'hui : les petits vins de la Bourgogne, de la Champagne, de la Lorraine, etc., ne sont, en général, offerts aux consommateurs que coupés avec des vins du Gard, de l'Hérault, de Cahors, du Roussillon, etc., et les récoltes plus abondantes du Midi suffisent à peine aux demandes multipliées faites pour cette destination. D'ailleurs, plusieurs améliorations dans les procédés de la culture, des vendanges et de la vinification ont permis de livrer directement aux consommateurs des vins naguère destinés à la chaudière; il est résulté de cet état de choses une révolution complète dans les intérêts vinicoles du Midi, et dans ses relations commerciales avec le reste de la France : de fournisseur général d'alcool qu'il avait toujours été, il est devenu consommateur de ce produit et obligé de le demander aux contrées qu'il en approvisionnait autrefois.

En effet, les vins du Midi supportent mal les voyages et

En ajoutant ces quantités et valeurs des vins en bouteilles et de liqueur, on voit qu'en 1854 la France a exporté 1,330,213 hectolitres évalués à 190,849,393 francs.

sont sujets à se détériorer en route. Aussi cherche-t-on souvent à se garantir de cette chance défavorable par l'addition d'une certaine dose de 3/6, qui, rendant ces vins plus forts, les dispose au mélange avec des vins faibles acides et peu spiritueux, auquel ils sont destinés.

Cette opération, connue sous le *nom de vinage,* faite sous le contrôle de l'administration, exige, depuis quelques années, des quantités d'alcool que le Midi n'aurait pu fournir, et qui ouvrent aux alcools du Nord un important débouché. Déjà des expéditions considérables ont eu lieu du port de Dunkerque pour cette destination : il est donc probable que des prix rémunérateurs sont assurés pour assez longtemps à ces derniers, lors même que l'accroissement général de la consommation des spiritueux, constaté pendant les vingt dernières années, ne se soutiendrait pas dans la même proportion, et que les conséquences des nouvelles dispositions dans nos échanges avec les nations étrangères ne viendraient pas prochainement développer à cet égard nos exportations.

FIGUES.

Les fruits du figuier (*Ficus carica, Urticées, Artocarpées,* R. B.) n'ont donné lieu à une industrie alcoogène que vers l'époque (1854) où les conséquences de la maladie qui sévit sur nos vignobles depuis 1850 (voyez plus haut) occasionnèrent une hausse considérable sur les cours commerciaux des vins, eaux-de-vie et alcools.

La culture a produit un grand nombre de variétés de figues rangées en deux classes en raison de leur couleur, 1° verte ou blanche-jaunâtre, 2° violette, rouge ou brune. Les figuiers donnent, en général, deux récoltes, l'une en juin ou juillet, l'autre en automne; les produits de cette dernière saison, plus petits, sont plus sucrés. Une des variétés les plus cultivées aux environs de Marseille, dite *marseillaise*, est surtout appropriée à la fabrication de l'alcool en raison de

la grande proportion de matière sucrée que renferment ses fruits.

Il n'y a guère que les figues très-sucrées du midi de la France, de la Grèce et de l'Asie Mineure que l'on puisse conserver, comme aliments ou matière première des distilleries, à l'aide de la dessiccation et dont il soit possible, dans les circonstances précitées, d'obtenir économiquement de l'alcool; encore ne peut-on admettre qu'il y ait avantage à cultiver le figuier en concurrence avec la vigne, la betterave, le sorgho de la Chine, la canne à sucre (aux colonies), les pommes de terre et les céréales, beaucoup plus productives à cet égard. Il y aurait donc peu d'intérêt à décrire les procédés de culture, de maturation et de récolte relatifs aux figuiers et à leurs fruits. Il nous suffira d'indiquer plus loin le mode de traitement, analogue à celui de beaucoup d'autres fruits, pratiqué en vue de la distillation.

CERISES.

Ce que nous venons de dire des figues s'applique, en général, aux fruits du cerisier (*Cerasus*, *Amygdalées*); on ne livre guère les cerises à la fermentation alcoolique que dans des circonstances extraordinaires ou dans des contrées où la préparation d'une eau-de-vie spéciale, *kirschen-wasser*, offre au fabricant une rémunération plus forte que la production de l'alcool commun.

C'est avec les fruits du *Cerasus avium* (merisier), petites cerises ou merises, que l'on prépare la liqueur en question à l'aide des procédés décrits plus loin.

PRUNES.

Les fruits du prunier, *Prunus* (Amygdalées), comprennent des variétés nombreuses, quelques-unes assez sucrées pour donner lieu à la préparation d'une boisson légèrement vi-

neuse, acidule, sorte de piquette; mais ils n'ont été récoltés qu'exceptionnellement aussi, pour en obtenir de l'alcool. Il est bien certain que jamais on ne cultivera avec avantage et régulièrement le prunier pour cette destination. Nous n'insisterons donc pas ici sur ce point, nous réservant de donner plus loin les procédés généraux qui ont permis accidentellement de soumettre à la fermentation et à la distillation les produits de ce genre.

BETTERAVES.

BETA VULGARIS (CHÉNOPODÉES).

Dans les circonstances où nous sommes encore d'une récolte de raisin insuffisante pour ramener les prix des vins et des eaux-de-vie aux taux ordinaires; les moissons étant trop faibles encore pour abaisser beaucoup le prix des grains; la quantité des pommes de terre répondant à peine aux besoins de la consommation alimentaire et aux demandes des féculeries; en présence, d'ailleurs, du développement que prennent les exportations de nos vins et eaux-de-vie en Angleterre (qui, sans doute, s'élèveront davantage lorsque les nouveaux traités avec la Belgique, la Suisse et l'Allemagne seront accomplis), il est évident, pour tout le monde, que la betterave se trouve au premier rang parmi les matières premières destinées à l'approvisionnement et aux opérations de nos distilleries. Lors même que les maladies qui frappent, depuis douze ou quinze ans, notre précieuse Solanée et nos vignobles (1) diminueraient beaucoup d'intensité, il y a tout lieu de croire que la fabrication de l'alcool des betteraves survivrait aux circonstances exceptionnelles qui l'ont fait naître.

Cette espérance, que nous avons exprimée, depuis quatre ans, dans les trois éditions précédentes de notre *Traité de la*

(1) Voyez, sur ces maladies et les moyens de les combattre, un petit volume publié par M. Payen, chez Hachette, libraire.

distillation, s'est réalisée sous le double rapport soit de l'amélioration des récoltes de raisin et des pommes de terre, soit de l'extension des distilleries. Celles-ci, éprouvant une transformation générale que nous avions également prévue, à cette époque, sont devenues d'importantes industries annexes des fermes : cent vingt-sept distilleries agricoles de ce genre sont aujourd'hui en activité en France; d'autres se montent en Belgique, en Allemagne, et s'introduiraient même en Angleterre si la législation sur les distilleries n'y mettait obstacle.

Il serait bien à désirer que cette racine saccharifère reçût plus généralement une semblable destination chez les nations étrangères qui, dès lors utilisant les résidus de la distillation, pourraient disposer d'une alimentation plus abondante pour leurs bestiaux et de quantités plus considérables d'engrais, par conséquent de viande et de blé en faveur des populations.

Nous croyons donc, par ces considérations de haute utilité générale, être autorisé à exposer avec plus de détails les notions relatives à la betterave, que nous ne devrions le faire en ce qui touche plusieurs autres matières premières. Nous nous bornerons, toutefois, aux particularités qui intéressent les distillateurs, relatives à certaines variétés cultivées, à la culture, l'arrachage, l'emmagasinement, à la structure et aux caractères qui fournissent des indications sur la richesse saccharine, enfin aux moyens économiques d'augmenter cette richesse.

VARIÉTÉS DE BETTERAVES PROPRES AUX DISTILLERIES.

Il n'en est pas de la distillation comme de la fabrication du sucre; dans ce dernier cas, on ne saurait trop s'attacher à cultiver la variété qui contient le plus de sucre et le moins de substances étrangères. Jusqu'à ce jour, la variété de Silésie, dite blanche à collet rose, mérite, sous ce double point de

vue, la préférence, bien qu'elle ne soit pas la plus productive en récolte totale et que son arrachage soit plus dispendieux, car sa racine reste presque complétement enterrée ; elle se conserve mieux d'ailleurs, son tissu étant plus serré, plus résistant. Les distillateurs, qui sont généralement aussi cultivateurs, ont le choix entre plusieurs variétés ; car, tout en recherchant à obtenir l'équivalent d'une récolte abondante en matière sucrée, source de la production d'alcool, ils n'ont pas à redouter la présence des matières étrangères, celles-ci contribuant, dans les résidus, à la qualité nutritive de la pulpe pour leurs bestiaux, et ne pouvant nuire à la fabrication de l'alcool, comme elles nuisent à l'extraction du sucre cristallisable.

Plusieurs de ces variétés offrent quelques avantages spéciaux.

On distingue huit variétés principales de betteraves comprenant chacune plusieurs sous-variétés.

1° *Betterave blanche* ou *betterave à sucre*. — Elle est courte, piriforme, sortant peu de terre ; sa *peau* est grisâtre, sa chair blanche ; son tissu est plus résistant et le jus est généralement plus sucré que dans les autres variétés. Deux sous-variétés se désignent sous les noms de *Betterave blanche à collet rose*, la plus riche en sucre, et par conséquent la plus productive en alcool, et *Betterave blanche à collet vert* dite *de Silésie*, un peu moins sucrée ordinairement. Ces variétés résistent mieux aux gelées et aux altérations spontanées que toutes les autres.

2° *Betterave jaune d'Allemagne*. — Elle est allongée ; sa chair est blanche dans les parties saccharifères du tissu et jaune dans les zones alternatives de tissu cellulaire à grandes cellules. Elle sort de terre, en grande partie, à mesure que sa végétation s'avance. L'arrachage est plus facile que relativement aux précédentes, mais elle est moins riche en sucre.

3° *Betterave à peau jaune pâle et chair blanche*. — Peu allongée, sortant peu de terre. Elle paraît s'être trouvée, dans quelques occasions, notamment chez M. Perier, à Flavy-le-

Martel (Aisne), qui l'a signalée le premier, plus riche en sucre que la betterave blanche elle-même. Elle doit fixer l'attention des cultivateurs et donner lieu à de nouveaux essais.

4° *Betterave jaune dite* de Castelnaudary. — Longue, sortant beaucoup de terre, offrant une coloration jaune orangé, à l'extérieur, dans toute la masse de sa chair et sur les pétioles de ses feuilles. D'une culture et d'un arrachage faciles, elle exige, d'ailleurs, moins de force pour être réduite en pulpe par la râpe, ou en rondelles, prismes ou cossettes par les coupe-racines. Généralement moins sucrée que la betterave blanche, elle s'en rapproche cependant beaucoup quelquefois sous ce rapport. Elle peut offrir quelque avantage en certaines localités du Midi ; on ferait bien d'en essayer la culture comparativement, en vue de la production de l'alcool.

5° *Betterave rouge longue.* — Elle sort aux 3/4 de terre ; chair et pétioles rouges ; analogue, d'ailleurs, à la précédente, mais moins sucrée, par conséquent moins productive en alcool. Les parties sorties de terre, plus chargées de principes étrangers au sucre que les portions enterrées, rendent difficile l'extraction du sucre, mais ne nuisent en rien à la fabrication de l'alcool.

6° *Betterave globe jaune.* — La racine tuberculeuse est presque sphérique et en très-grande partie sortie de terre ; sa peau est jaunâtre, sa chair blanche ou nuancée, par zones concentriques, de tissu celluleux jaunâtre, et de tissus vasculaire et saccharifère blancs. Elle est plus aqueuse et moins sucrée que la plupart des autres variétés.

7° Une sous-variété à peau rouge moins aqueuse et plus abondante en produits azotés ; peu propre à l'extraction du sucre, elle pourrait convenir pour la fabrication de l'alcool et la préparation des résidus destinés aux animaux. Très-rustique, elle s'accommode des terrains dans lesquels la betterave à sucre ne donnerait que de faibles produits.

Dans les sols qui n'ont pas encore acquis assez de profon-

deur et d'ameublissement, la betterave de Silésie n'acquiert qu'un faible développement, et est sujette à des bifurcations qui se garnissent de terre, et augmentent les déchets et la difficulté de nettoyage.

La globe jaune, au contraire, n'enfonçant que son pivot dans le sol, reste nette, avec sa forme sphéroïdale, et s'arrache facilement, sans retenir de terre adhérente ; et, bien que son rendement en alcool soit un peu moindre, le plus grand produit en racines compense souvent, et au delà, cette infériorité.

La vigueur de sa végétation oblige plus encore que pour la Silésie à serrer les plants, afin d'en accroître le nombre et de diminuer le volume : on peut ainsi obtenir un poids moyen de 7 à 900 grammes par racine, un poids total de 45 à 50,000 kilos de betteraves, et un rendement de 4 d'alcool pour 100, ce qui représente 20 hectolitres d'alcool, à 100° par hectare, dans les conditions où l'on n'aurait obtenu de la betterave à sucre plus de 15 hectolitres représentés pour une récolte totale de 33,000 kilogrammes de betteraves.

8° *Betterave disette* ou *champêtre*. — Plus volumineuse que toutes les autres ; ses racines sont allongées, sortent de terre; roses extérieurement, elles sont nuancées, à l'intérieur, par zones concentriques : roses dans le tissu cellulaire et blanches dans les tissus vasculaire et saccharifère.

Moins résistante aux altérations spontanées, plus aqueuse, généralement moins sucrée que toutes les précédentes, elle ne convient pas pour les sucreries et serait moins productive que les autres variétés dans les distilleries ; mais, comme ses récoltes sont des plus abondantes, les cultivateurs, parfois, la préfèrent pour la nourriture de leurs animaux : ils en intercalent souvent de grandes quantités dans leurs ensemencements, et la livrent aux fabricants mélangée avec les bonnes variétés. C'est une fraude dont les distillateurs devront avoir le soin de se défendre, aussi bien que les sucriers, du moins lorsqu'ils auront stipulé, dans leurs marchés, des fourni-

tures exclusivement en *betteraves à sucre*, blanche de Silésie, ou jaune longue, ou globe jaune, ou toute autre variété spécifiée clairement.

Un des meilleurs moyens d'éviter les mélanges de la variété *disette* dans les betteraves retenues d'avance aux cultivateurs consiste à leur fournir la graine, et mieux encore à se charger de l'ensemencement, sauf à tenir compte de la dépense spéciale au moment de fixer le prix à payer pour la récolte. La *disette* est cependant, après la betterave blanche, celle que les fermiers distillateurs cultivent le plus, surtout dans les circonstances où la grande quantité de résidus qu'ils en obtiennent à superficie égale de terrain n'est pas hors de proportion avec les fourrages secs (balles ou menues pailles de blé, d'orge, de seigle, d'avoine, pailles hachées, siliques de colza, etc.), dont ils peuvent disposer pour mélanger avec les résidus aqueux de leur distillerie.

On récolte, en effet, de 45 à 60,000 kilog., et même au delà, de betteraves disettes par hectare, tandis que dans des conditions égales de sol et d'engrais on obtiendrait seulement 30 à 40,000 kilog. de betteraves blanches à sucre (1).

SOLS.

Plusieurs sortes de terrains conviennent à la betterave.

(1) Dans un grand travail sur les propriétés alimentaires des betteraves consommées directement, M. Baudement évalue ainsi qu'il suit le prix de revient de la ration quotidienne d'un bœuf de travail suivant les variétés cultivées :

Globe rouge................	25 centimes.
Disette blanche............	26 —
Globe jaune................	28 —
Grosse jaune...............	30 —
Champêtre..................	37 —
Silésie....................	41 —

Ces résultats varieraient peut-être dans d'autres conditions de sol et de culture. La proportion plus forte d'alcool obtenu de la betterave de Silésie compenserait, et probablement au delà, son prix de revient.

Les plus productifs sont argilo-sableux, un peu calcaires, profonds et faciles à égoutter ; les terres sableuses contenant un peu d'argile et de carbonate de chaux donnent encore de bonnes récoltes lorsque les saisons ne présentent pas de trop longues sécheresses. Dans les circonstances atmosphériques favorables, les betteraves s'y montrent, en général, plus riches en sucre que dans les terres purement argileuses.

Dans les sols presque entièrement argileux ou presque exclusivement calcaires, les betteraves acquièrent peu de développement, et sont sujettes à souffrir des sécheresses prolongées comme des saisons longtemps humides. Les terres argileuses peuvent souvent être améliorées à l'aide du drainage, qui aère le sol, fait disparaître l'excès d'eau, facilite les labours, rend la terre plus meuble, élève sa température, hâte les progrès de la végétation, et peut éviter le développement de la maladie spéciale qui causa de si grandes pertes aux agriculteurs du Nord en 1851 et 1852 ; cette maladie était due à l'excès d'eau accumulée dans le sous-sol avant les semailles, et au défaut d'aération, conséquence naturelle de la compacité et de l'extrême humidité de la terre à une petite profondeur.

Quelle que soit, d'ailleurs, la nature du sol, on doit s'abstenir de livrer à cette culture les champs où les cailloux et pierres diverses abondent, car les racines principales, gênées dans leurs développements, se bifurqueraient au lieu de pivoter, ou se diviseraient en plusieurs racines plus petites, difficiles à nettoyer, comme à râper ou à découper en tranches. Quant aux sols riches en matières salines (sels de potasse et de soude), pourvu que la dose des sels n'y soit pas trop forte et au point de nuire à la végétation, ils pourront produire des betteraves très-bonnes pour la distillation. Cette destination spéciale offrirait même, parfois, un moyen économique de dessaler le sol au point convenable pour le préparer à la culture ultérieure des betteraves en vue d'en extraire le sucre.

AMÉLIORATIONS DES VARIÉTÉS.

Les cultivateurs fabricants de sucre, aux environs de Magdebourg (Prusse), ont appliqué avec succès à l'amélioration de la variété blanche de Silésie un procédé qui, dans les mêmes localités, avait réussi, ainsi que dans le département du Bas-Rhin, depuis longtemps, à rendre plus féculentes et plus productives les pommes de terre (1). Ce moyen simple consiste à faire choix, pour porte-graine (relativement aux betteraves), des *semenceaux* (racines à replanter) ayant le poids spécifique le plus considérable. Voici comment on parvient à faire ce choix : on prépare une solution de sel marin ayant à très-peu près la même densité que les betteraves ordinaires, puis d'autres solutions graduellement plus chargées de sel.

On plonge successivement les semenceaux de la variété à perfectionner dans les différents bains salés en commençant par le plus faible, on met de côté toutes les betteraves qui surnagent, puis on porte les plus lourdes qui plongent, dans les trois ou quatre bains suivants, en sorte que l'on arrive, après ces éliminations successives, à recueillir les plus denses; ce sont les plus riches en principe sucré, qui reproduisent, en montant à graine, la variété améliorée. Cette méthode, permettant d'accroître le produit total en alcool comme en sucre, serait probablement utile aux distilleries comme aux sucreries; car elle contribuerait à rendre plus économique la production des résidus destinés à nourrir les animaux.

ENGRAIS.

On a constaté l'influence défavorable des engrais trop abondants ou trop actifs sur la sécrétion du sucre dans les bette-

(1) Les pommes de terre les plus lourdes sont celles qui contiennent le plus de fécule et de substance sèche totale; on les réserve pour la plantation en tubercules entiers ou coupés en deux.

raves, et comme c'est ce principe immédiat qui, par une fermentation appropriée, se convertit en alcool, il serait utile de favoriser la sécrétion sucrée en appliquant la fumure à la culture, qui, dans l'assolement, devrait précéder la betterave; telle est la méthode employée avec un grand succès en Prusse, pour accroître la richesse saccharine des betteraves. Cette méthode est évidemment applicable à la production de l'alcool, toujours dépendante des proportions de sucre que la matière première recèle, et cependant on conçoit que les inconvénients d'un excès de substances azotées et salines dans le sol, qui réagissant sur la composition de la betterave rendent très-difficile l'extraction du sucre, ces inconvénients disparaissent lorsqu'il s'agit de cultiver les betteraves destinées à la fabrication de l'alcool : celui-ci n'est pas plus difficile à obtenir; il s'en produit moins, mais les résidus applicables à l'alimentation des bestiaux sont plus abondants, et doués d'un pouvoir nutritif plus considérable.

CULTURE, ENSEMENCEMENT, REPIQUAGE.

Tout ce qui peut contribuer à l'ameublissement, à l'aérage du sol, dans la profondeur où la betterave enfonce son pivot, est favorable au développement et à la bonne qualité des racines.

L'ensemencement en lignes, au semoir-brouette ou à cheval facilite les *façons*, dont la première, le sarclage, est une des plus importantes. En effet, faute d'arracher à temps utile les plantes étrangères à cette culture, les jeunes betteraves, bientôt surmontées par les herbes, languissent, privées de la lumière indispensable aux fonctions de leurs feuilles, et l'ésherbage tardif ne peut ramener la vigueur qu'elles ont perdue. Les binages doivent aussi se faire sans trop de retard, bien qu'ils présentent rarement le même degré d'urgence que les premiers sarclages.

Il faut, en outre, opérer avec soin les repiquages, en y

consacrant les plantes arrachées pour éclaircir les rangs trop serrés. Ces repiquages ont pour but non-seulement de garnir les places où les graines n'ont pas levé, mais encore de maintenir entre les pieds une distance de 25 à 33 centimètres, les lignes étant écartées entre elles de 65 à 75 centimètres.

Le but de cette disposition sera facilement compris, si nous ajoutons que les pieds de betteraves, laissés au milieu de plus grands espaces, donnent des racines plus grosses et moins sucrées. Les observations de MM. Crespel-Dellisse, Decrombecque et Vilmorin en France, comme celles de M. Sullivan en Irlande, ne laissent aucun doute à cet égard; d'ailleurs les volumineuses racines isolées sont loin de compenser, par leur poids, les proportions plus faibles de sucre qu'elles contiennent. En général, elles produisent, même à superficie égale, un poids brut moindre que les racines de grosseur moyenne venues plus rapprochées les unes des autres.

CULTURE EN BILLONS.

On emploie dans plusieurs exploitations rurales un mode de préparation du sol qui remplit plus exactement toutes les conditions utiles d'aérage et d'ameublissement du sol, c'est la culture dite *en billons*, et qui consiste à relever la terre soit avec la charrue simple, en rejetant deux bandes l'une sur l'autre, soit avec la charrue à double versoir. Dans ces conditions, la couche de terre cultivée où végète la betterave est beaucoup plus épaisse, elle présente à l'air une plus grande surface d'absorption; le travail des instruments entre les lignes est beaucoup plus facile, puisqu'ils sont guidés par les côtés des billons, et qu'ils ne peuvent s'en écarter ni atteindre les betteraves qui garnissent le sommet. On peut même accroître encore les effets de cette méthode en fouillant la terre entre les billons, ce qui augmente l'aération et l'assainissement du sol.

On a pu porter jusqu'à 60,000 kilogrammes de racines la récolte en appliquant ce système de culture dans des terres qui ne produisaient, en moyenne, que 35 à 40,000 kilogrammes par hectare.

Il pourrait être avantageux de disposer la culture de manière à obtenir le tiers de la récolte plus hâtive de quinze à vingt jours. On y parvient en préparant une partie du plant dans une terre bien fumée, à l'abri des vents du nord et semée en lignes à des intervalles de 12 à 15 centimètres entre les graines; l'on a bien moins à craindre, pour ces plants abrités, les petites gelées du printemps, et, lorsque celles-ci sont passées, on peut procéder au repiquage à l'aide du plantoir, en espaçant alors les pieds à des intervalles de 65 à 75 centimètres entre les lignes, et de 30 à 35 centimètres entre les pieds dans chaque ligne. Cette plantation ou repiquage s'effectue ordinairement vers la fin de mars dans les départements méridionaux, et du 12 au 30 avril dans le nord de la France. Parfois on trempe la petite racine (grosse comme le petit doigt) dans une bouillie argileuse au moment de la mettre dans le trou, afin de maintenir une humidité suffisante et de mieux assurer ici la reprise d'une végétation vigoureuse.

Après les deux premières façons (sarclage et binage), ordinairement les feuilles les plus développées s'abaissent autour de chacun des pieds de betteraves, en sorte que presque tout l'espace au-dessous et au-dessus de la superficie du sol, d'abord libre entre les rangées, se trouve occupé soit par les racines, soit par les feuilles; dès lors la végétation des herbes étrangères se ralentit ou cesse presque entièrement, et les soins deviennent plus faciles.

EFFEUILLAGE ET TORDAGE DES TIGES MONTANT A GRAINE.

Est-il nuisible, utile ou indifférent d'effeuiller les betteraves pendant leur végétation? A ces questions on peut répondre que toutes les trois propositions sont vraies dans des

circonstances différentes. L'effeuillage est nuisible lorsqu'on l'effectue dans les saisons où toutes les feuilles, en voie de développement, accomplissent les principales fonctions qui concourent à produire les sécrétions sucrées et autres. Il est à peu près indifférent de laisser ou d'enlever celles des feuilles qui, après avoir accompli les phases de leur végétation, commencent à prendre la teinte jaunâtre des feuilles automnales; car dès lors ces feuilles affaiblies ne sont plus soutenues par leurs pétioles, elles s'affaissent sur le sol, où elles se désagrégeront bientôt, ne fournissant par là qu'une quantité minime d'engrais.

Enfin, si l'on a besoin de ces feuilles pour compléter la nourriture des animaux de la ferme, on en tirera de cette façon un meilleur parti qu'en les abandonnant sur place pour leur faible valeur comme engrais.

TIGES MONTANT A GRAINES.

Tous les ans, surtout dans les saisons chaudes et humides, on voit un certain nombre de betteraves monter à graines au moment où la première maturité de toutes les autres racines s'approche ou n'est plus éloignée que de quinze jours à un mois.

Dès qu'on aperçoit, dans un champ de betteraves, quelques tiges sortir et s'élever verticalement des touffes de feuilles, on doit aller, de proche en proche, tordre à la main toutes ces tiges, afin d'arrêter le mouvement de végétation, qui entraînerait une forte proportion de la substance sucrée et des autres principes immédiats pour former les *tissus* nouveaux de toutes les parties aériennes. Ces betteraves, *montées* dès-la première année, ne pourraient mûrir leurs graines ni fournir des racines riches en sucre.

RÉCOLTE.

Les betteraves destinées à la fabrication de l'alcool doivent,

comme s'il s'agissait de l'industrie saccharine, être récoltées lors de leur maturité. C'est l'époque où, ayant pris tout leur développement, la végétation s'arrête d'une manière sensible. La plupart des grandes feuilles jaunissent alors et s'abaissent; ordinairement la proportion de sucre s'est augmentée dans les racines pendant que ces caractères se prononcent, et elle domine d'autant plus les autres principes immédiats, surtout lorsque l'arrachage n'est pas précédé de fortes pluies. Aussi remarque-t-on dans les sucreries que les betteraves *mûres* donnent des cristallisations faciles et abondantes, tandis que les racines, venues dans les mêmes terres, arrachées huit ou dix jours avant ce premier terme de la végétation, donnent des jus difficiles à traiter, et des sirops plus lents à cristalliser et moins productifs en somme.

STRUCTURE DE LA BETTERAVE, TISSUS SACCHARIFÈRES.

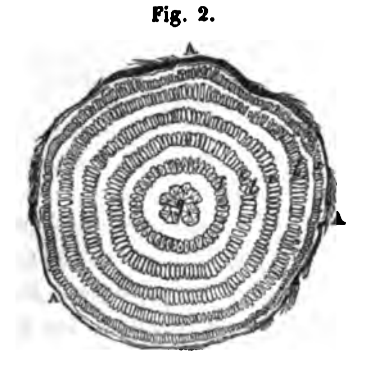
La structure et la composition de la betterave sont intéressantes à connaître au point de vue de la culture, de l'application à la nourriture du bétail, de l'extraction du sucre et de la fabrication de l'alcool; on le comprendra facilement par les détails anatomiques que nous allons donner et les déductions pratiques que nous aurons soin d'en tirer immédiatement.

La fig. 1, pl. 1, montre une betterave des bonnes variétés à sucre ou alcool : la tête courte et conique sur laquelle se développent successivement toutes les feuilles représente la tige; c'est effectivement cette portion conique qui s'élève à une hauteur de 1 à 2 mètres lorsque les betteraves montent à fleur, puis à graines. La tête *a b* de la betterave abondante en tissus vasculaires présente une portion ovoïde centrale *c*, formée de tissu cellulaire contenant des substances organiques azotées et des sels, mais dépourvue de sucre; c'est la partie médullaire (qui parfois s'altère et devient *creuse*) de cette courte tige.

Au-dessous du cône et du *collet* on remarque tout le corps allongé piriforme de la racine *a d;* celle-ci se termine en un pivot effilé *e f g h*, qui pénètre jusqu'à 1 mètre et parfois 2 mètres dans les terres profondes et ameublies : aussi la betterave peut-elle puiser très-avant dans le sol sa nourriture et ramener les engrais à la superficie par ses feuilles qui se développent et tombent successivement sur le sol. Parfois les longs pivots des betteraves rencontrent des sous-sols compactes saturés d'eau stagnante, dépourvus d'air : alors ces pivots et toutes les radicelles qui s'y sont formées dépérissent et s'altèrent profondément ; des sucs viciés montent dans les canaux séveux, la désagrégation gagne le corps de la racine, et la betterave, atrophiée, loin de s'accroître, est graduellement épuisée par la dernière végétation des feuilles. Tels sont les caractères et les phénomènes que j'ai soigneusement étudiés dans une contrée du nord de la France : cette altération, heureusement locale, bien que fort étendue, avait été aggravée par des pluies exceptionnelles ; on l'éviterait, sans doute, à l'avenir, par un drainage capable d'assainir et d'aérer le sous-sol.

La fig. 2, ci-dessous, montre, par une coupe perpendicu-

Fig. 2.



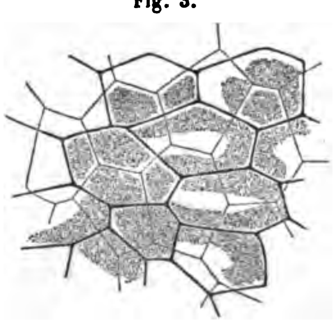
laire à l'axe de la racine, la disposition des tissus : ils se composent, à partir de la circonférence A A, où se trouve l'épiderme, puis le tissu herbacé, sous-jacent, de couches

concentriques alternatives formées : 1° de tissus cellulaires ne renfermant que peu de sucre et 2° de tissus saccharifères. Dans toutes les variétés, les zones blanches et plus opaques de ces derniers tissus qui contiennent le sucre sont indiquées sous les lettres *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*; entre ces zones se trouve le tissu cellulaire à grandes cellules.

La fig. 2 de la pl. 1 est une vue, grossie au microscope, d'une portion de coupe semblable. L'épiderme *a b c* est formé de quatre à six rangées de cellules dépourvues de sucre, à parois de cellulose injectée de silice, de substances azotées et grasses; cet épiderme se détruit en beaucoup de points, comme l'indique une lacune en *b*. Alors les tissus sous-jacents offrent, dans leur composition, plusieurs des caractères de l'épiderme : les parois des cellules s'injectent de silice, de matières grasses et de matières azotées.

Au-dessous de l'épiderme et du tissu herbacé se trouve le tissu cellulaire à grandes cellules *d*, *d*, *d*; la fig. 3 indique,

Fig. 3.

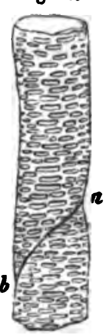


grossi sous le microscope, ce tissu que l'on voit interposé autour des zones de tissus à petites cellules cylindroïdes saccharifères *c*, *c*, *c* (pl. 1, fig. 2), entourant les faisceaux vasculaires *g*, *g*, *g*, qui communiquent du bas de la racine à la partie supérieure. Un des tubes rayés composant ces faisceaux vasculaires est dessiné sous un fort grossissement dans la fig. 4 ci-contre.

Autour des faisceaux vasculaires, surtout vers la périphérie

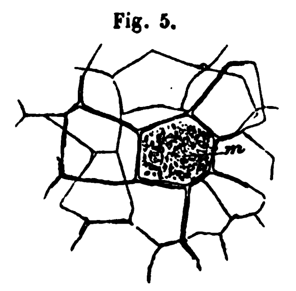
de la racine et près de la tête des betteraves, on remarque quelques cellules remplies de cristaux très-petits que j'ai

Fig. 4.



reconnus être de l'oxalate de chaux. La fig. 5 ci-dessous

Fig. 5.



montre une de ces cellules pleines de cristaux, et la fig. 6

Fig. 6.

indique, sous un plus fort grossissement, les cristaux extraits de la cellule.

Dans la fig. 3 de la pl. 1, on voit une coupe des tissus cellulaires de *d* en *d*, des tissus saccharifères de *e* en *e*, enfin des faisceaux vasculaires de *g* en *g*.

Plus les tissus saccharifères *e*, *e*, *e*, *e*, fig. 2, pl. 1, occupent de place, et plus les betteraves sont riches en sucre; c'est un indice qui trompe rarement et peut souvent donner des notions utiles.

DÉVELOPPEMENT DE LA MATIÈRE SUCRÉE DANS LES BETTERAVES.

Les proportions du sucre sécrété dans le tissu spécial de la betterave varient entre les limites de 4 à 15 pour 100 du poids des racines, et peuvent faire varier, dans les mêmes rapports, la production de l'alcool, entièrement dépendante, en effet, des quantités de sucre contenues dans la matière première.

Les frais d'extraction du jus, de fermentation et de distillation étant sensiblement les mêmes pour un égal poids de betteraves, les fabricants ont un intérêt évident à se procurer, soit dans leurs cultures, soit dans leurs marchés avec les agriculteurs, les betteraves les plus riches en sucre, qui, d'ailleurs, donneront généralement, à poids égal, des résidus plus abondants en matière solide ou moins aqueux et offrant à poids égal plus de valeur nutritive.

En résumé, la variété, le sol, les engrais, la culture, les saisons ont une grande influence sur le rendement en sucre et, par conséquent, sur le produit en alcool.

La meilleure variété de betterave, sous ce rapport, jusqu'ici connue est la betterave blanche de Silésie, à peau rose: elle donne, à poids égal, deux ou trois fois plus de sucre que la betterave-disette, et une fois et demie à deux fois autant que la plupart des autres variétés.

Le sol doit être argilo-sableux, un peu calcaire, profond, exempt d'eau stagnante, ou assaini par le drainage; les labours et les façons doivent entretenir la terre bien ameublie, l'ensemencement effectué en lignes, et les betteraves main-

tenues (par le semis et les repiquages) assez rapprochées pour éviter que leur volume dépasse celui qui correspond à 1k,5 ou 2 kilogrammes.

Il est préférable, quant aux fumiers, de les appliquer à une culture précédant l'ensemencement ; le premier sarclage, effectué à temps utile, a la plus heureuse influence sur la quantité et la qualité des racines, aussi bien pour l'alcool que pour le sucre.

Le tableau ci-dessous indique la composition de deux variétés de betteraves cultivées dans de bonnes conditions ordinaires.

COMPOSITION IMMÉDIATE MOYENNE DE LA BETTERAVE A SUCRE (VARIÉTÉS BLANCHE A PEAU ROSE ET GLOBE JAUNE).

Eau	83,5	86,10
Sucre et traces de dextrine (environ 0,1)	10,5	8,43
Cellulose et pectose (qui restent dans la pulpe)	0,8	0,75
Albumine, caséine et deux autres substances azotées.	1,5	1,17
Matières grasses	0,1	0,09
Acides malique, pectique, pectine, substances gommeuses, matières aromatiques, colorable et colorante, huile essentielle, chlorophylle, oxalate et phosphate de chaux, phosphate de magnésie, chlorhydrate d'ammoniaque, silicate, azotate, sulfate et oxalate de potasse, oxalate de soude, chlorures de sodium et de potassium, pectates de chaux, de potasse et de soude, soufre, silice, oxyde de fer, etc.	3,6	3,46
	100	100

EXTRACTION ET COMPOSITION DU JUS DE LA BETTERAVE : 1° AU MOYEN DES RAPES ET DES PRESSES.

Dans ce système d'extraction on n'obtient que le jus des cellules ouvertes par les dents des râpes, car les cellules closes, demeurées intactes, ne cèdent sensiblement rien à l'action de la presse, mais seulement un peu de liquide sucré, par voie d'endosmose, sous l'influence de l'eau (15 à

20 centièmes), dont on arrose la pulpe pendant le râpage, et afin de mieux dégager la denture des parties adhérentes.

Le jus obtenu ainsi contient, à l'exception du tissu formé presque totalement de cellulose et de la portion non déchirée de la racine, à peu près tous les principes immédiats et substances diverses qui constituent la betterave elle-même, et dont nous avons donné plus haut, page 53, la composition moyenne, relative à une variété blanche de Silésie et à la variété globe jaune.

On voit que la composition du jus est très-complexe; orsque ce liquide est obtenu par le râpage et la pression, qui n'excluent guère que la cellulose et les tissus non déchirés, il y reste plusieurs corps en suspension, qui troublent sa transparence, et, parmi ceux-ci, des granules et matières albuminoïdes en plus forte proportion que dans les jus obtenus par la macération à l'eau, opération dont on obtient des jus plus limpides : on peut donc comprendre que les éléments nécessaires à la formation et aux développements de la levûre, plus abondants lorsque le jus provient de la pression de la pulpe, donnent lieu à une fermentation plus active dans les mêmes circonstances, et à la reproduction d'une plus forte dose de ferment. On remarquera que dans les 16,5 de matière sèche que contient la betterave blanche il y a 6 de substance étrangère, ou 36 pour 100 du poids de la matière sèche, tandis que dans la globe jaune on trouve, sur 13,9 de matière sèche, 5,47 de substance étrangère au sucre, ou 39,3 pour 100 du poids de la substance sèche. Cet excès de matière étrangère n'est pas nuisible à la conversion du sucre en alcool; mais la plus forte proportion d'alcool que donne la betterave blanche, en raison de sa richesse saccharine, rend, en général, plus économique son emploi à récolte égale, et même lorsqu'on obtient, en racines, 25 pour 100 de plus de la globe jaune. La betterave champêtre contient de 85 à 88 d'eau, et seulement 4 à 8 de sucre; les matières azotées et salines s'élèvent de 5 et 1/2 à 7 pour 100. La composition des autres variétés est intermédiaire entre la blanche et la disette.

ESSAIS DES BETTERAVES.

Il ne peut être question, ici, des procédés d'analyse qui exigeraient des appareils dispendieux, et des opérations délicates que l'on ne peut exécuter convenablement que dans les laboratoires bien montés; mais les cultivateurs, au moyen d'une simple petite balance qui leur rendrait beaucoup d'autres services, reconnaîtront aisément, d'une manière approximative, la qualité et la valeur réelle de leurs récoltes, les différences entre la production saccharine de plusieurs variétés cultivées comparativement dans le même terrain, et, sur une même variété, l'influence de différents terrains, des terres trop humides, et des mêmes terres assainies par le drainage.

Ce mode très-simple d'essai consiste à couper, au milieu de chacune des betteraves qu'on veut essayer, plusieurs tranches ou rouelles minces, les peser aussitôt, puis les faire dessécher dans une étuve, ou plus simplement, sur un poêle modérément chauffé.

Lorsque la dessiccation sera complète, que du moins toutes les tranches auront perdu leur souplesse et acquis une rigidité telle, qu'en essayant de les plier on déterminera leur rupture, elles seront pesées de nouveau en cet état, et la différence entre le poids actuel (lorsqu'il ne variera plus entre deux pesées) et celui que l'on avait constaté, des tranches toutes fraîches ou à l'état normal, indiquera le poids de l'eau primitivement contenue dans les betteraves fraîches.

Pour évaluer approximativement la proportion de sucre, ou essayer de déterminer cette proportion, on pourra faire le petit calcul suivant : les betteraves des bonnes variétés venues dans des terrains convenables et des circonstances favorables laisseront sur 100 parties à l'état frais 16 à 18 de matière sèche. On retranchera 6 parties pour les substances étrangères, et il restera 10 à 12 représentant la proportion de sucre pur, ou 10 à 12 kilogr. de sucre pour 100 kilogr.

de racines épluchées dont on pourrait obtenir en grand 5 à 7 kilogr. de sucre raffiné, ou 9 à 12 litres d'alcool à 19° de l'aréomètre Cartier (0,50), représentant 4 1/2 à 6 litres d'alcool absolu, car les betteraves donnent environ les 4/5 de l'alcool, et seulement 1/2 ou 2/3 du sucre que leur composition représente.

Les betteraves, moins riches en raison de leur variété ou des conditions de leur culture, contiennent des proportions de matières étrangères relativement plus fortes; on tiendrait compte de ces différences en calculant ainsi :

Pour celles qui laisseraient, après la dessiccation, 10 à 11 centièmes de matière sèche, on retrancherait 5 parties, et il resterait 5 à 6 représentant le sucre pur contenu dans 100 parties de betteraves fraîches épluchées.

Enfin, si les betteraves plus pauvres encore, comme la variété *disette* venue dans un terrain humide, ne laissaient à la dessiccation que 8 à 9 centièmes, il conviendrait de retrancher 4,5 et il resterait 3,4 à 4,5 de sucre pur pour 100 de ces betteraves fraîches, représentant 3,5 à 4,5 d'alcool à 0,50 ou 19° Cartier.

Ce moyen simple d'essai, et même les procédés plus exacts d'analyse chimique et optique, laissent toujours de l'incertitude, à moins que l'on n'opère sur de nombreux échantillons, car les racines venues d'une même graine, dans le même champ, contiennent parfois des proportions de sucre notablement différentes, ce qui peut dépendre de la profondeur variable à laquelle les racines pénètrent, de leur volume ou de variétés à peine distinctes.

BETTERAVES SORTANT DE TERRE.

La proportion des matières étrangères au sucre est généralement plus forte, d'après les analyses que j'en ai faites, dans la portion de chaque racine qui a végété hors de terre. Aussi l'extraction du sucre est-elle notablement plus difficile lorsqu'on traite certaines variétés dont les racines sortent en

grande partie de terre pendant leur développement, comme cela arrive aux jaunes et rouges longues (dites cornes de vaches), à la globe jaune et aux disettes. On n'éprouve pas les mêmes difficultés lorsqu'il s'agit de transformer le sucre en alcool; dans ce cas, les matières étrangères, restant engagées dans la pulpe ou dissoutes dans la vinasse, peuvent être utilisées au profit des animaux, ainsi que nous le verrons plus loin, et compenser, en partie du moins, la dose plus faible de sucre que ces betteraves présentent, comparativement avec la blanche de Silésie.

CONSERVATION DES BETTERAVES.

Silos. — Mise en tas. — Caves ou celliers. — Interposition de cendres ou charbon. — Dessiccation.

Conservation. — On emploie, suivant les circonstances locales, plusieurs procédés entre lesquels le choix laisse parfois quelque incertitude; nous examinerons les principaux systèmes en usage : des *silos*, *mise en tas sur le sol*, *emmagasinage en caves* ou *celliers*, *emmagasinage avec interposition de cendres* ou *de charbon*, *dessiccation* ou *procédé des cossettes*.

La pratique des silos est généralement en usage sous les climats tempérés; elle offrirait des inconvénients graves dans certaines contrées froides, de la Russie, par exemple, où les hivers, souvent très-rigoureux, feraient pénétrer la gelée jusqu'au milieu des silos. L'emmagasinage dans des caves, celliers ou vastes granges, et la méthode de dessiccation, sont les seuls moyens praticables dans ce cas.

Les silos, presque partout ailleurs, sont plus avantageux sous les rapports de la conservation et surtout de l'économie sur le capital et la main-d'œuvre.

Préparation des silos. — On doit choisir pour l'emplacement des silos un lieu un peu plus élevé que les champs des

environs, où le terrain ne puisse être envahi par les eaux. C'est là que l'on établit ces sortes de fossés ayant $1^m,50$ de largeur moyenne, $0^m,66$ à 1 mètre de profondeur, et une longueur très-variable de 20, 30 et 100 mètres. On creuse une rigole d'un fer de bêche de largeur au milieu du fond et sur toute la longueur du silo, afin de ménager un petit canal vide qui favorise la circulation des gaz et servirait, au besoin, à l'égouttage des racines en laissant écouler l'eau accidentellement introduite.

On remplit le silo ainsi disposé en rangeant d'abord des betteraves assez longues en travers de la rigole, puis on amoncelle toutes les autres de façon à combler le fossé en formant au-dessus du niveau du champ un tas sous forme de toit offrant de chaque côté une pente de 45° au moins ; on recouvre la superficie de ce tas avec la terre extraite du fossé et dont on forme une couche de 30 centimètres environ avec la même pente. Cette épaisse couche de terre, battue avec le dos de la pelle, garantit l'intérieur du silo contre les eaux pluviales, et ralentit assez la déperdition de la chaleur pour prévenir l'effet des gelées sur les racines.

Il est utile de placer, à chacune des extrémités de ces tas très-allongés, une sorte de cheminée verticale formée avec trois planches trouées, ou avec des fagots, fascines ou bourrées de menus branchages. Ces cheminées verticales, pénétrant jusqu'au fond du fossé, au-dessus de la rigole, permettent aux gaz produits par quelque mouvement de fermentation de s'échapper, et à l'air extérieur de s'introduire au-dessous des betteraves et dans les interstices entre elles : on prévient, par cette simple disposition, un échauffement trop prononcé et les progrès d'une fermentation qui, autrement, pourrait se propager dans toute la masse. Il est facile d'empêcher que l'abaissement trop considérable de la température soit facilité, au moment des grands froids, par ces sortes de cheminées : car il suffit, dans ces occasions, de fermer leur embouchure, qui arrive au niveau de la terre sur le comble, à l'aide d'une plaque de gazon ou d'une forte poignée de paille de litière que

l'on recouvre avec trois ou quatre pelletées de la terre du champ.

Mise en tas. — On peut rendre un peu plus économiques ces dispositions en évitant de creuser des fossés : les betteraves sont amoncelées directement sur le sol en prenant la précaution de disposer, horizontalement et perpendiculairement aux côtés, les betteraves qui, se trouvant en bordure, doivent retenir les autres comme un perré à sec retient les terres d'une berge. L'économie de cette méthode résulte surtout de ce qu'on peut laisser les betteraves ainsi amoncelées, à découvert, jusqu'aux premières gelées, et les exploiter en attendant : on comprend que l'on parvienne souvent, de cette façon, à éviter les frais de la couverture en terre, pour le tiers ou la moitié, et plus, de la récolte, lorsque les froids arrivent tardivement et sont peu intenses. Il faut éviter, dans ce cas, de se laisser surprendre par de fortes gelées et se tenir en mesure de disposer d'une main-d'œuvre active et suffisante pour couvrir tous les tas en peu de temps, au moment convenable.

Bâtis d'aérage des volumineux tas de betteraves. — M. Decrombecque emploie un moyen qui semble très-efficace pour isoler les uns des autres les tas partiels de 4 mètres de longueur composant l'ensemble d'un tas d'une étendue quelconque : à cet effet, il prépare d'avance des bâtis en planches de bateaux assemblées entre elles comme des calibres dont l'extérieur présenterait la configuration du tas ou sa section verticale semblable à celle d'une trémie renversée. Les bâtis, assemblés par paires, offrent un écartement de 8 à 10 centimètres maintenu par des entretoises.

Tous ces bâtis sont enduits d'avance, à chaud, d'une couche de goudron de houille qui les défend contre la pourriture; ils facilitent l'amoncellement régulier des betteraves, et ne gênent pas l'emploi des moyens contre la gelée : s'il s'agit de couvrir les betteraves de terre empruntée de chaque côté à la terre du champ, on aura le soin d'abord de couvrir, avec un peu de litière, les intervalles, trop aérés dans ce cas, que ces calibres maintiennent de distance en distance.

Système de M. Périer. — Une troisième modification dans la méthode de mise en tas est en usage chez plusieurs fabricants de sucre, notamment chez M. Périer de Flavy-le-Martel, département de l'Aisne; elle tend à se généraliser de plus en plus à mesure qu'on en reconnaît les avantages. Les betteraves sont amoncelées sur le sol, jusqu'à la hauteur de 2 mètres, en masses rectangulaires considérables, formant un carré de 15 à 20 mètres de côté, sur l'épaisseur de 2 mètres.

Les côtés offrent une pente suffisante, afin d'y adosser de la terre au besoin. Les betteraves se défendent, par leur masse, contre une gelée légère, et il suffit de les couvrir d'un décimètre de paille, pour empêcher les effets défavorables d'une forte gelée. On a pu se dispenser de ce soin pendant plusieurs années, depuis 1845 jusqu'à 1855; d'ailleurs la paille, lorsqu'on est obligé d'y avoir recours, n'est pas perdue : on s'en sert pour la nourriture des vaches, ou la litière des chevaux, au fur et à mesure qu'on l'enlève pour prendre les betteraves à traiter dans l'usine. Peut-être cette méthode offrirait-elle quelques inconvénients, si des causes accidentelles, par exemple la présence de racines trop mouillées ou meurtries, venaient à introduire dans le milieu de la masse une cause de fermentation qui, se développant inaperçue d'abord, propagerait les altérations et la pourriture de proche en proche.

On peut obtenir des garanties plus certaines à l'aide des modifications suivantes adoptées chez un assez grand nombre de fabricants de sucre ou d'alcool. Avant de former ces tas volumineux et plus ou moins allongés, on creuse, transversalement à leur direction, de 5 en 5 mètres, des rigoles recouvertes de clayonnages ou des conduits à claire-voie, afin de ménager des courants d'air dans toute la masse.

Emmagasinage dans les caves, celliers, granges, méthode Schattenmann. — On peut, comme nous l'avons dit, avoir recours à ce moyen dans les contrées à hivers peu rigoureux, ainsi qu'ailleurs on le pratique pour les approvisionnements peu considérables : dans ce dernier cas, on assurerait mieux encore la conservation en interposant entre les betteraves un

peu de cendres, ou de poussier de charbon, suivant le conseil qu'en a donné M. Schattenmann de Bouxwiller.

Dans quelques contrées de la Russie, de vastes bâtiments sont consacrés à cet usage, et on a le soin de séparer les masses de 2 en 2 mètres par des espèces de clayonnages en ramilles destinés à faciliter la circulation de l'air (que l'on peut momentanément intercepter, s'il survient de fortes gelées), et à prévenir la propagation de quelques altérations spontanées dans toute l'étendüe des tas.

Quelles que soient les précautions prises en vue d'assurer la conservation des betteraves, il est impossible d'éviter, pendant la durée des approvisionnements, quelques altérations spontanées, qui diminuent parfois de 1 pour 100 et un peu plus la quantité de sucre cristallisable; ces altérations sont moins préjudiciables aux distilleries, car celles-ci utilisent le sucre incristallisable, tandis que dans les sucreries il augmente la proportion des mélasses.

Ces dispositions évitent le danger d'une accumulation de chaleur au milieu de la masse durant les automnes et les hivers doux.

Dessiccation ou procédés des cossettes. — Depuis plusieurs années déjà, la méthode de dessiccation a été employée en Allemagne, appliquée et perfectionnée en France dans la vue de prolonger la durée de la conservation et de continuer, toute l'année, la fabrication du sucre. On y voyait, en outre, l'avantage de supprimer les râpes et les presses, de pouvoir centraliser l'extraction et le raffinage dans de grandes usines bien montées à l'aide d'appareils dispendieux, tandis que la matière première (*cossette* ou betterave sèche) pouvait être préparée plus simplement dans les campagnes, au moyen de coupe-racines et de tourailles ou séchoirs analogues à ceux des brasseries.

La betterave, ainsi réduite au cinquième de son poids sans avoir sensiblement perdu autre chose que de l'eau, pouvait être expédiée à des distances considérables. On pouvait, dès lors, appliquer à cette culture des terres moins bien utilisées

précédemment, et répandre dans les campagnes l'industrie de la dessiccation, capable de fournir un travail productif aux populations parfois désœuvrées.

Aujourd'hui même de vastes usines sont établies dans plusieurs centres manufacturiers pour traiter les cossettes qu'elles préparent, et la matière première semblable qu'elles font venir toute confectionnée des campagnes environnantes. De vastes exploitations de ce genre ont été fondées par une compagnie puissante dans le département du Puy-de-Dôme.

Sans doute cette méthode permet de prolonger et d'étendre le travail, mais il semble peu probable qu'elle puisse généralement offrir la même économie ou réaliser, en définitive, les mêmes bénéfices que la fabrication directe, celle-ci n'exigeant qu'une seule évaporation et tirant un meilleur parti des résidus, notamment de la pulpe, pour la nourriture des bestiaux.

La dessiccation des betteraves aurait probablement plus d'avantages s'il s'agissait de préparer ainsi la matière première des distilleries, car, celles-ci pouvant être disséminées dans les fermes, on trouverait moyen d'appliquer à la nourriture des bestiaux les cossettes épuisées, en y mêlant des proportions convenables de menues pailles et fourrages secs hachés et surtout les vinasses; mais il sera, sans doute, plus économique de cultiver la betterave sur l'exploitation rurale qui contiendra la distillerie; d'ailleurs, lorsqu'il s'agit de transformer la matière sucrée des betteraves en alcool, certaines altérations du sucre très-préjudiciables dans les sucreries n'ont aucune importance pour les distilleries; telle est spécialement l'altération, peu fréquente, au surplus, du sucre cristallisable, qui amoindrit beaucoup le produit en sucre solide en augmentant la proportion de mélasse, ou de sucre incristallisable, tandis qu'elle ne change pas sensiblement la production d'alcool.

CANNE A SUCRE.

La canne à sucre est la matière première de la production

des alcools, rhum et liqueurs dans nos colonies des Antilles, à l'île de la Réunion (Bourbon) et généralement dans les pays chauds, soit qu'on l'y emploie directement, soit qu'on livre plus spécialement aux distilleries (*rhumeries*) les déchets des cannes détériorées et les résidus (mélasses) provenant de l'extraction du sucre. Aux États-Unis d'Amérique, en Espagne et en Algérie, la température n'est pas assez élevée pour que la canne à sucre y donne des produits très-abondants.

Cette plante, de la famille des Graminées, contient deux fois plus de sucre, environ, que la betterave, et peut donner deux fois plus d'alcool ; elle est désignée sous le nom botanique de *Saccharum officinarum*, qui comprend plusieurs variétés.

La variété la plus riche en sucre, et que, par ce motif, on cultive de préférence, est nommée canne d'Otaïti.

ENGRAIS.

Quelque favorable que soit le climat pour la végétation de la canne à sucre, on n'en obtient d'abondants produits que dans les terrains assez profonds, meubles et riches en engrais, principalement en substances azotées et en phosphates de magnésie et de chaux; aussi doit-on, pour entretenir la fertilité du sol, y répandre tous les détritus ainsi que les cendres des parties non utilisées de la plante, et y ajouter des déjections et débris d'animaux. Ces derniers engrais, très-efficaces, manquent souvent aux colonies; on doit donc saisir toutes les occasions de s'en procurer, soit que l'on fasse venir d'Europe du sang ou de la chair musculaire desséchée, de la laine mise en poudre ou du noir animal, soit que l'on applique à cette fumure les débris de poissons, de morues, parfois celles-ci tout entières, lorsqu'elles ont accidentellement subi quelque altération spontanée qui les rend impropres à la nourriture des hommes. Dans ce cas, on divise les morues en les passant entre les cylindres à écraser les cannes, qui les déchirent en lambeaux; on dépose ceux-ci au pied des touffes. Il est souvent utile de mélanger, avec les engrais

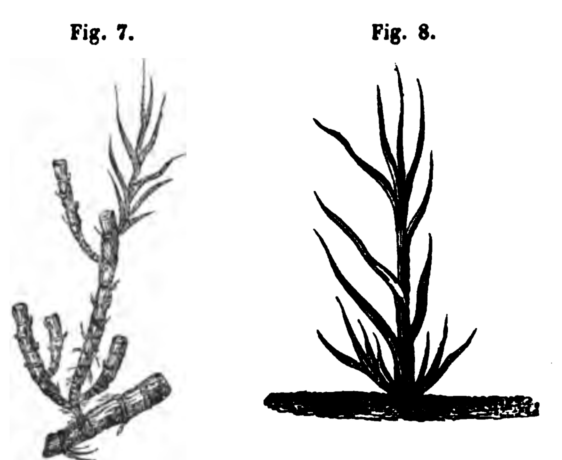
animaux (sang, chair, morue), de la suie ou des cendres, afin d'éviter que les rats, très-nombreux aux colonies, ne dévorent ces substances et ne fouillent dans les racines de cannes pour s'emparer des portions de ces engrais enfouies près de la plante.

CULTURE.

Dans certaines localités des climats très-chauds, les graines venant à maturité, on peut propager les cannes à sucre par la voie du semis, mais généralement on préfère opérer des plantations au moyen de boutures : ce sont des tronçons de la tige pris près de la partie supérieure, naturellement plus jeune, plus vivante et moins riche en sucre.

Ces tronçons de 35 à 45 cent. de longueur sont posés, sous un angle de 45° à peu près, dans des *mortaises*, ou petits fossés creusés dans le sol à 18 cent. de profondeur, ayant 50 cent. de long et 25 cent. de large, que l'on remplit de terre humide. A chaque nœud du tronçon enterré se développe un bourgeon et des radicelles à la partie opposée ; les

Fig. 7. Fig. 8.

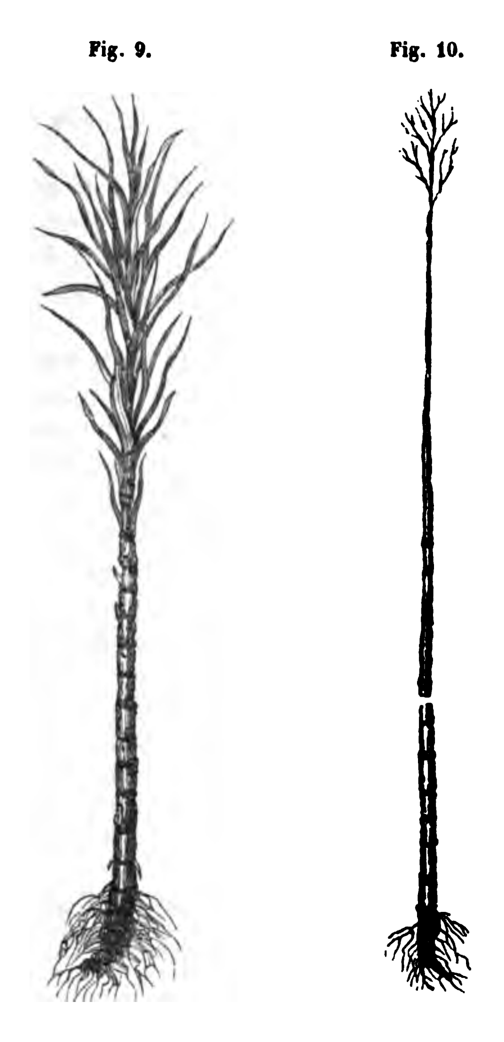


feuilles engaînantes et les tiges s'élèvent graduellement au-dessus du sol, fig. 7 et 8.

A mesure que les tiges, lisses, articulées, se développent, les

feuilles s'étendent par degrés; au bout de huit à neuf mois, elles jaunissent et tombent dans l'ordre de leur formation, en sorte que la partie supérieure reste encore garnie, fig. 9.

Fig. 9. Fig. 10.



Les plus grandes feuilles ont de 1 mètre à 1^{m},35 c. de longueur, 3 à 4 cent. de largeur; elles sont maintenues par une forte nervure médiane; striées longitudinalement, glabres,

vertes ou jaunâtres, dentées sur leurs bords, les tiges atteignent une hauteur de 2 à 4 mètres suivant la fécondité du sol. L'époque de la floraison arrive au bout de douze à quinze mois, suivant qu'elles viennent de rejetons ou de bouture et que le climat est plus favorable (1). Alors un jet élancé, uni, légèrement conique, appelé vulgairement la flèche, se développe au sommet, fig. 10, et bientôt la floraison se manifeste en une panicule argentée.

La maturité des cannes se reconnaît deux mois après la floraison, ou lors même qu'elles ne fleurissent pas, à une teinte jaunâtre dans la plus grande partie de leur hauteur, bien que la partie supérieure, moins mûre, reste encore verte.

En disposant la culture par portions d'environ 1 hectare, on parvient à obtenir des récoltes successives qui alimentent graduellement les exploitations manufacturières propres à l'extraction du sucre comme à la fabrication de l'alcool.

Il arrive souvent que les cannes souffrent par suite des sécheresses, lorsque la pluie n'est pas survenue peu de temps après la plantation; on n'a pas à se préoccuper de cette circonstance pour les terres faciles à irriguer.

La production économique du sucre, ainsi que de l'alcool que peut fournir la canne, dépend du climat, du sol et des engrais. Dans nos Antilles, comme à Cuba, au Brésil et dans les Indes orientales, la température est généralement très-favorable à cette culture; il n'en est pas de même aux États-Unis, dans la Louisiane (2), en Espagne et dans notre département de l'Algérie, où la chaleur est insuffisante.

(1) Aux environs de Venezuela, suivant le colonel Codazzi, la canne d'Otaïti exige, dans des sites graduellement plus élevés et moins chauds, un temps proportionné à la température moyenne.

A + 25,6	la durée de la vie.........	= 12 mois.
A + 23,2	— —	= 14 —
A + 19,2	— —	= 16 —

(2) Dans les parties du sud des États-Unis, à la Louisiane et au Texas, on remarque, presque tous les hivers, des gelées blanches ou de la glace

Quant au sol, il doit être assez meuble, sans être trop sableux ; un certain degré d'humidité est très-favorable, pourvu que la terre ne soit pas argileuse et compacte au point de retenir l'eau.

Ces engrais manquent souvent aux colonies; on peut y subvenir parfois au moyen de substances riches en azote et phosphates, susceptibles d'agir sous un volume assez peu considérable pour être répandus sans trop de frais de main-d'œuvre.

Le sang et la chair des animaux, desséchés et mis en poudre, réunissent ces conditions; ils ont pu être importés avec profit du continent. Il est utile de mélanger ces engrais pulvérulents avec un peu de suie, afin de prévenir les ravages que les rats exerceraient dans les champs de cannes en déterrant ces engrais qui, à l'état normal, peuvent leur servir d'aliment.

On emploie avec avantage, dans le même but, les morues détériorées, ainsi que divers débris de poissons rebutés de la nourriture des hommes. Dans ce cas, il convient de passer les morues entre les cylindres d'une presse, afin de les déchirer et de pouvoir ensuite les distribuer par menus lambeaux auprès des touffes de cannes ; il est, en tous cas, utile de recouvrir ces engrais riches d'une légère couche de terre, afin de prévenir une déperdition rapide des produits ammoniacaux de leur décomposition.

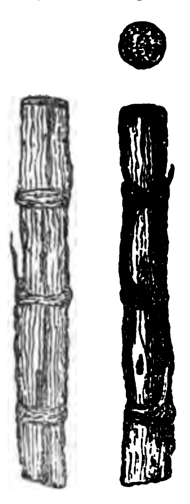
Les nœuds des meilleures cannes à sucre sont écartés de 10 à 15 centimètres; les tissus, dans ces intervalles, offrant des cellules à parois beaucoup plus minces, contiennent plus de jus; elles le cèdent sous une moindre pression et plus facilement que les nœuds, fig. 11.

Dans toute leur longueur, les cannes sont traversées par des faisceaux de fibres ligneuses, tubes et vaisseaux séveux et

dans les champs de canne, et cependant tel est l'esprit persévérant d'entreprise chez les Américains, que, malgré ces difficultés sérieuses, on fabrique annuellement environ 150,000,000 de kilogrammes de sucre et 80,000,000 de mélasse dans ces contrées.

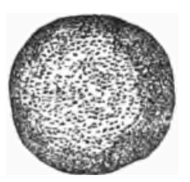
aérifères qui forment des lignes droites dans la coupe longitudinale, fig. 12, et se montrent en ponctuations graduellement

Fig. 11. Fig. 12.



ment plus écartées de la périphérie au centre sur les coupes transversales, fig. 13. C'est entre les faisceaux fibreux et vas-

Fig. 13.



culaires que se trouve le tissu cellulaire composé de grandes cellules cylindroïdes à parois très-minces, perforées latéralement, remplies de la sécrétion sucrée liquide.

Les tissus plus serrés et plus durs, adhérents à l'épiderme tout autour de la tige, ne renferment pas de sucre; l'épiderme est recouvert d'un léger duvet blanchâtre de substance cireuse (*cérosie*).

COMPOSITION IMMÉDIATE DES CANNES.

Cette composition varie pendant tout le temps de la végétation. Les cannes les plus jeunes contiennent moins de sucre et les parties les plus jeunes, vers le haut de la tige d'une même canne, sont également moins riches en sucre que les portions inférieures développées les premières. Les analyses comparées que j'ai faites et résumées dans un tableau démontrent les différences très-notables qui existent, sous ce rapport, entre les cannes à sucre parvenues à l'état de maturité et celles qui ne sont encore arrivées qu'au tiers de leur développement. Ces résultats expliquent les insuccès des cultures de ce genre essayées dans des pays où la température moyenne n'est pas assez élevée pour favoriser une maturation complète.

Ces résultats font voir que la canne, au tiers de son développement, contenait moitié moins de sucre et trois fois plus, au contraire, de substances étrangères que la canne mûre.

Des faits analogues permettent de comprendre les grandes variations observées dans les proportions de sucre que contiennent les tiges du sorgho de la Chine, introduit en France par M. de Montigny, et dont les essais de culture en grand ont semblé avantageux en certaines localités sous l'influence de saisons favorables et très-désavantageux dans des conditions contraires.

Composition immédiate des cannes à sucre.

CANNE D'OTAÏTI à l'état de maturité.		CANNE au tiers de son développement.	
Eau	71,04	Eau	79,70
Sucre (*)	18,00	Sucre	0,06
Cellulose, matière ligneuse, pectine, acide pectique (**)	9,56	Cellulose et matière ligneuse incrustante	7,03
Albumine et trois autres matières azotées	0,55	Albumine et trois autres substances azotées (*****)	1,17
Cérosie, matière verte, substance colorante jaune; matières colorables en brun et rouge carmin, substances grasses, résineuses, huile essentielle, matière aromatique, matière déliquescente (***).	0,37	Amidon, cérosie, matière verte, substance colorante jaune, matières colorables en brun et rouge carmin.	1,09
Sels insolubles, 0,12, et solubles, 0,16; phosphates de chaux et de magnésie (****); alumine, sulfate et oxalate de chaux, acétates, malates de chaux, de potasse et de soude; sulfate de potasse, chlorures de potassium et de sodium	0,28	Matières grasses et aromatiques, substance hygroscopique, huile essentielle, sels solubles et insolubles, silice, alumine	1,95
Silice	0,20		
	100,00		100,00

(*) En admettant que la glucose et le sucre liquide ne préexistent pas, on comprend, toutefois, leur présence habituelle en minimes proportions, par suite des altérations dans tous les points où les tissus ont été déchirés ou coupés au moment de la récolte.

(**) Les quantités relatives de tissus varient suivant que les nœuds (renfermant des tissus plus serrés) sont plus ou moins rapprochés; l'acide pectique est combiné aux bases.

(***) Substance soluble à froid dans l'alcool à 95°, précipitable par le tanin, se colorant en brun fauve par la chaleur de l'ébullition; c'est la matière qui, d'après MM. Plagne et Hervy, a la propriété de transformer, dans le jus, le sucre en un produit visqueux et insipide, et de s'opposer à la fermentation alcoolique. Une filtration sur le charbon d'os élimine à froid cette substance organique déliquescente et facilite, par conséquent, l'extraction du sucre cristallisable comme elle peut favoriser la transformation du vesou en liquide vineux propre à la distillation.

(****) Le jus de canne renferme du biphosphate de chaux et du phosphate de magnésie, car l'addition d'un léger excès d'ammoniaque m'a donné un précipité cristallin de phosphate double d'ammoniaque et de magnésie pesant 0,09 pour 100; plus un précipité floconneux qui, recueilli et traité par l'acide sulfurique, produisit du sulfate et du biphosphate de chaux. Sous la double influence de l'air et de l'ammoniaque, le jus se colore peu à peu en brun.

(*****) Le poids total de ces quatre matières azotées est déduit de l'analyse élémentaire.

SORGHO DE LA CHINE, *Holcus saccharatus* (*Graminée*).

Le sorgho sucré est probablement une variété du *Sorghum vulgare* (Vilmorin), mais il est aujourd'hui généralement connu sous le nom d'*Holcus saccharatus*. Cette plante, plus élancée que le maïs, dont elle rappelle les formes, atteint et dépasse quelquefois une hauteur de 2 à 3 mètres. Dans les sols fertiles, ses tiges sont lisses et droites, terminées, vers les approches de la fructification, par une panicule de fleurs vertes passant par degrés au violet et au rouge brun; ses feuilles allongées, souples, retombantes. Elle se présente, en général, en touffes de six à dix tiges.

On cultive le sorgho comme le maïs, et il peut tenir la même place dans l'assolement. C'est une plante épuisante au même titre que le maïs et les autres céréales.

La graine de sorgho se sème aux mêmes époques que les premiers semis de haricots; on doit la recouvrir très-peu : on emploie 10 à 15 litres pour les cultures en lignes et 50 à 60 litres dans les ensemencements faits à la volée.

La culture en lignes est préférable, en raison de la facilité qu'elle offre pour les binages.

Le sorgho sucré ne paraît pouvoir atteindre une maturation correspondante au maximum de sucre que dans les contrées où les maïs tardifs fructifient. Sa culture viendrait se placer entre la limite méridionale de la culture profitable de la betterave et les régions tropicales qui conviennent à la canne à sucre; il offre donc peu de chances de succès dans le nord de la France et même sous le climat de Paris. Faute de maturité suffisante dans ces localités, le sorgho ne peut donner qu'une faible proportion de sucre, en grande partie incristallisable ou rendu tel par les quantités prédominantes de substances étrangères. On pourrait seulement, dans les localités où il ne mûrit pas, employer le sorgho comme fourrage vert, mais la culture du maïs serait peut-être plus avantageuse sous ce rapport.

Un des obstacles dans l'exploitation du sorgho tient, en outre, à l'inégale répartition de la sécrétion sucrée, graduellement moins abondante à partir du bas de la tige, lorsque la maturation y arrive, jusqu'aux derniers mérithalles, où les tissus, plus récemment développés, sont plus aqueux et beaucoup moins sucrés.

Comme dans les cannes à sucre, le jus à extraire est contenu dans le tissu cellulaire des tiges, principalement entre les nœuds ; ce jus est intermédiaire entre celui de la canne, dont il ne possède pas l'arome, et celui de la betterave, dont il n'a pas l'odeur désagréable ; aussi peut-il produire des alcools à peu près exempts de *mauvais goût*, lorsqu'ils sont distillés soigneusement. La richesse saccharine varie entre 9 et 18 centièmes ; dans ce dernier cas seulement, qui pourrait, peut-être, se réaliser en Algérie, dans la Louisiane et dans le midi de la France, l'extraction du sucre serait probablement une opération profitable, mais plus assujettie que dans d'autres cultures aux chances des saisons : sous ce dernier rapport, il est à craindre que les spéculations faites en France sur le sorgho ne soient exposées à quelques mécomptes.

D'après les expériences et les calculs de L. Vilmorin, on obtiendrait, sous notre climat, pour 1 hectare de bonne terre :

Tiges et feuilles, 77,270 kilog. ou tiges exploitables. .	49,300 kil.
Jus, à 55 pour 100 du poids des tiges nettes.	27,115 lit.
Sucre cristallisé, à 8 pour 100 du jus, 2,160 kilog. ou alcool anhydre.	1,350 lit.

Les tiges de sorgho, une fois coupées, sont peu susceptibles d'être emmagasinées sans chances d'altérations ; on doit donc les traiter au fur et à mesure de la récolte.

L'extraction du jus des tiges coupées, effeuillées, étêtées du sorgho se fait au moyen des presses à cylindres semblables à celles qu'on emploie pour les cannes à sucre ; nous en donnerons plus loin la description.

En tout cas, les résidus *ligneux* de l'extraction du jus dans les sucreries ou les distilleries ne pourraient guère servir à la nourriture des bestiaux, et n'auraient que bien peu de valeur comme combustible.

CÉRÉALES.

ORGES, SEIGLES, FROMENTS, RIZ, MAÏS, AVOINE.

Nous avons décrit ces céréales suivant l'ordre de leur utilité pour les distilleries dans beaucoup de localités en Europe.

ORGE.

C'est de toutes les céréales la plus anciennement connue et appliquée aux besoins des hommes (nourriture et boissons plus ou moins alcooliques); c'est aussi la plus productive en général, et celle dont on peut obtenir à plus bas prix la substance farineuse, ainsi que les produits des transformations en alcool. Dans les contrées du nord, comme au nord de la France, on s'en sert pour la préparation de la bière; elle forme dans plusieurs contrées du midi, notamment en Espagne, en Algérie, la base de la nourriture des chevaux.

Variétés. — Les variétés d'orge sont caractérisées par les trois épillets, contenant chacun une fleur et que porte chaque dent de l'axe de l'épi. Si les trois épillets sont fertiles ou donnent chacun un grain, l'épi est *carré* ou *hexagonal;* si un seul des trois épillets est fertile, l'épi se trouve plus ou moins déprimé; on distingue deux groupes principaux.

Dans le premier groupe se trouvent les *escourgeons*, dont les épis ont six rangées longitudinales, et les *orges communes*, qui offrent quatre rangées seulement.

Escourgeon (Hordeum hexastichum).

Les épis allongés sont composés d'épillets serrés, barbus,

à six rangs bien séparés ; les grains enveloppés d'écailles dures ; ses tiges fortes. On la cultive d'automne en général, bien qu'elle puisse mûrir, semée au printemps.

La deuxième variété à grains nus (Hordeum cœleste).

Orge nue (*blé de mai*, *blé d'Égypte*).

L'épi est long, courbe, de couleur pâle, à six rangs ; ses barbes tombent la plupart ; son grain d'une nuance blonde, demi-transparent, ses tiges grosses, constituent un abondant fourrage. L'orge nue exige des terres fertiles ; sa végétation est rapide, elle se sème au printemps ; son poids produit beaucoup plus à la mesure que les grains à écailles ; sa farine est plus blanche et plus pure.

Orge commune (Hordeum vulgare).

La troisième variété, dite *trifurquée* parce que ses écailles portent à leur sommet un appendice trifurqué, présente des grains renflés d'une nuance un peu rembrunie ; ses tiges sont grosses, ses feuilles larges ; chez nous, on ne la cultive guère que dans le Midi.

Une quatrième variété dite *orge carrée d'hiver*, *escourgeon d'hiver* porte de longs épis, serrés, à quatre rangs distincts, à longues arêtes ; ses grains sont gros, sillonnés profondément.

C'est une des variétés les plus convenables pour la distillerie et la fabrication de la bière ; aussi la cultive-t-on généralement dans nos départements du nord ; elle peut venir même dans les terrains sableux.

Une cinquième variété est désignée sous le nom d'*orge carrée* (ou *escourgeon*) *de printemps ;* semblable à la précédente, elle en diffère par sa précocité, qui permet de la semer en mai et jusqu'en juin ; elle réussit dans des terrains peu fertiles.

Sixième variété dite *orge noire*, caractérisée par ses écailles très-brunes; elle est peu cultivée, car elle ne supporte pas les rudes hivers; on la sème au printemps, lorsque les gelées ne sont plus à craindre.

Septième variété, *orge commune à deux rangs*, *petite orge lamelle*, etc.; ses épis allongés ont de longues barbes, ses grains sont anguleux, sensiblement aplatis, plus lourds que ceux de l'escourgeon. On cultive beaucoup cette variété en France.

Une huitième variété connue sous le nom d'*orge Chevalier*, semblable à la précédente, plus volumineuse et plus productive, est recouverte d'écailles moins épaisses; elle est très-répandue en Angleterre et mérite la préférence que lui donnent les fabricants de *malt*.

Neuvième variété, *grosse orge nue* ou *nue à deux rangs* (Hordeum nudum, L.), porte un épi grêle, allongé, barbu, et donne des grains nus des plus volumineux, d'une nuance légèrement brune, demi-transparents ou cornés; ne réussit guère que dans le Midi.

On désigne une dixième variété à épillets écartés, divergents, sous les noms suivants *orge éventail*, *riz*, *pyramidale*, *queue-de-paon*, *riz d'Allemagne* (Hordeum zeocriton, L.). Ses épis, comprimés, courts, à deux rangs, offrent des barbes divergentes en éventail; ses grains, très-gros, sont couverts; elle réussit dans des terres de moyenne qualité; sa culture est très-répandue en Allemagne.

CULTURE.

On peut cultiver l'orge dans divers terrains plus ou moins fertiles et bien préparés. Dans le centre et le midi de la France on préfère souvent les orges de printemps; cependant l'orge d'hiver produit plus et passe pour moins épuisante; elle peut avantageusement suivre une récolte de navette, de betterave ou de pomme de terre.

C'est une des céréales d'automne qui arrivent des pre-

mières à maturité. On doit se garder de laisser passer le terme convenable; car alors un grand nombre de ses graines se détachent pendant la récolte et occasionnent une perte notable. Le rapport entre la paille récoltée et le grain est très-variable suivant les terrains, les engrais, les saisons plus ou moins humides et les variétés.

On considère comme moyenne les proportions de 100 de paille pour 50 de grains. Dans les bonnes cultures en Belgique et en Angleterre, on obtient, par hectare, communément, de 28 à 34 et même 42 hectolitres, pesant, à 66 kilog. (1), 1,848 kilog. — 2,244 et jusqu'à 2,772 kilog. Nous donnons, plus loin, p. 80, dans un tableau synoptique, la composition des céréales et les conséquences à en déduire relativement à leurs applications spéciales.

L'orge, destinée à la germination pour la fabrication du malt, doit être choisie d'une récolte récente, afin qu'elle germe facilement; un essai spécial, en la faisant tremper pendant douze heures et l'exposant sous une cloche ou dans un endroit humide, à une température de 18 à 22°, démontre facilement si tous ses grains ont conservé leur propriété germinative.

Seigle (*Secale cereale*, L.).

Après l'orge, le seigle est le grain que l'on peut se procurer le plus économiquement en vue de la distillation : c'est la céréale la plus productive dans les terres médiocres et même sableuses et arides qui conviendraient peu ou ne conviendraient pas au blé; une des premières que l'on moissonne pour la nourriture des populations peu aisées. La longueur et la flexibilité de la paille expliquent le fréquent usage que l'on en fait pour les liens, les paillassons, couvertures, chaises et autres ouvrages en paille.

(1) Le poids de l'hectolitre varie de 61 à 67 kilogrammes; on admet 65 à 66 kilogrammes pour l'orge de bonne qualité.

VARIÉTÉS.

Les variétés de seigles se rapportent à une seule espèce botanique; elles sont moins nombreuses que celles de l'orge et du froment.

Seigle d'hiver ou seigle commun d'automne.

C'est la variété qu'on cultive de préférence dans beaucoup de contrées et dans presque tous les départements où certaines terres ne se prêtent pas à la culture du blé.

Seigle de mars.

Son grain est plus petit et sa paille est moins longue; bien qu'on le puisse semer au printemps, il réussit mieux encore semé en automne et se montre plus productif.

Seigle multicaule ou de la Saint-Jean.

C'est un des plus tardifs; ses grains sont petits, ses épis allongés et sa paille longue en raison de la vigueur de sa végétation et du petit volume de ses grains; on le sème clair et on emploie un volume moindre de semence. Souvent on le sème au mois de juin, afin d'obtenir du fourrage vert en automne et une récolte de grain l'été qui suit; de là le nom de la Saint-Jean qui le désigne.

Seigle de Russie.

Cette variété, à grains gros, tiges longues et larges feuilles, est une des plus productives dans les bonnes terres.

La grande culture du seigle, en Allemagne, pour les distilleries ou fabriques d'eaux-de-vie de genièvre, donne lieu, chaque année, à des récoltes et approvisionnements consi-

dérables de ce grain ; il en résulte cet avantage qu'il peut subvenir, dans certaines années, au déficit des récoltes et rendre les disettes beaucoup moins graves pour l'alimentation publique. Car, dans ces circonstances, les distilleries suspendent leurs travaux, tandis que, dans les conditions ordinaires, leurs résidus fournissent une base importante à l'alimentation du bétail et développent la production de la viande. La quantité considérable de paille que le seigle fournit (dans la proportion de 60 pour 40 de grain) offre une précieuse ressource pour compléter la nourriture des animaux en y ajoutant les résidus abondants des distilleries de betteraves.

Le seigle, un peu moins nourrissant que le blé, contient un principe hygroscopique qui entretient dans le pain une humidité et une fraîcheur notables (voir, page 85, la composition immédiate de ce grain).

BLÉ OU FROMENT.

Sans aucun doute, le froment occupe le premier rang parmi les céréales destinées à l'alimentation de l'homme, comme la farine et le pain blanc que l'on en obtient caractérisent la nourriture des peuples avancés dans la civilisation ; mais, au point de vue particulier qui nous occupe, le blé est loin d'avoir la même importance : ce n'est qu'exceptionnellement qu'on l'emploie dans la fabrication de l'alcool et même pour la préparation de bières spéciales, celle dite de Louvain par exemple. Les blés avariés eux-mêmes, qui, en raison de leur faible valeur commerciale, pourraient être utilisés dans les distilleries, offrent, en général, plus d'avantages encore aux amidonneries.

Nous croyons donc, par ces motifs, devoir donner peu de détails sur ce produit agricole, accidentellement employé dans les distilleries. Nous insisterons cependant sur les caractères de ses principales espèces et de quelques-unes de ses nombreuses variétés.

ESPÈCES ET VARIÉTÉS DE FROMENT.

Il n'y a qu'un petit nombre d'espèces bien distinctes de froment, tandis que l'on compte un nombre considérable de variétés.

Voici les noms des sept espèces distinctes :

1° *Triticum sativum* (*hybernum, etc.*).

Blé ou froment vulgaire : épis longs à épillets planes disposés en éventail ; balles dépassant le grain, un peu écartées au sommet ; son périsperme est, en grande partie, tendre, blanchâtre ; les portions rapprochées de la superficie sont plus dures, demi-transparentes ou d'aspect corné ; sa paille est creuse. Le *Triticum sativum* comprend un très-grand nombre de variétés d'hiver et de mars : les *touselles*, les *richelles*, les blés hicklings à grains blancs, jaunes et rouges, de Talavera, de Chine, de l'Inde, d'Odessa, sans barbe, du Caucase et de Taganrog tendres, etc. ; enfin plusieurs variétés barbues et velues.

2° *Triticum turgidum.*

Froment gonflé dit *poulard*, garni de barbes souvent caduques ; carènes saillantes sur toute la longueur ; balles renflées, courtes, appliquées sur le grain. Les grains sont arrondis ; les portions, plus ou moins volumineuses, de son périsperme, farineuses ou cornées, le rapprochent tantôt des blés tendres, tantôt des blés durs ; paille pleine, surtout au sommet, comprenant les variétés dites *poulards* blancs, rouges, bleus, *pétanielles* blanches et le gros *turquet.*

3° *Triticum durum.*

Espèce, bien caractérisée, dite blé dur d'Afrique ou de

Taganrog : épi presque cylindrique; épillets étroits, allongés; glumes dures, peu renflées; carène saillante sur toute la longueur de la glume; barbes longues, fortes, divergentes, excepté une variété à épi plat; grains cornés ou translucides triangulaires, plus ou moins pleins; cultivée avec un grand succès dans nos provinces d'Algérie et d'Auvergne; plus dense, d'une conservation plus facile que les blés tendres et demi-durs; plus nourrissante ou se rapprochant davantage d'un aliment complet en raison des proportions plus fortes de matières azotées, grasses et salines qu'elle renferme, mais ne pouvant produire, à poids égal, autant de matière sucrée et d'alcool que les blés tendres plus riches en substance amylacée. Elle comprend les variétés dites trimenia, taganrog blanc, à barbes noires, gros taganrog; froments plats, blancs, roux, compactes.

4° *Triticum polonicum* ou blé dur de Pologne.

Propriétés semblables à celles du *Triticum durum*, dont il se distingue nettement, d'ailleurs, par la longueur de ses épis, des glumes, des balles, et par la configuration allongée de son périsperme, ressemblant à un seigle à gros et très-longs grains, mais donnant un gluten élastique et abondant comme le blé dur d'Afrique.

Il ne comprend qu'un petit nombre de variétés peu distinctes entre elles.

5° *Triticum monococcum.*

Épis barbus, dressés, très-aplatis, à deux rangées d'épillets, resserrés à un seul grain; axe fragile; tige creuse droite; comprenant l'*engrain* du Gâtinais, l'*engrain* prolifère, le froment *locular* et le petit *épeautre*.

6° *Triticum spelta.*

Froment épeautre; l'axe de ses épis est comme articulé,

il se rompt très-facilement. C'est une des espèces qui résistent le mieux aux variations de température et viennent bien dans les sols sableux; ses grains sont recouverts d'écailles dures qui forment environ 25 centièmes du poids total. Le grain nu représente donc seulement 75 centièmes. Épis longs, grêles, à épillets écartés; glumes épaisses. Variétés barbues et sans barbes.

7° *Triticum amyleum* ou froment amidonnier à grains couverts.

Blé tendre, des plus riches en amidon, offrant plusieurs variétés à épis *blanc* jaunâtre, *roux* et *noirs*; épis comprimés, barbus, retombants; axe fragile; épillets étroits à deux grains sur deux rangs; feuilles veloutées; tiges creuses.

Ces différents blés présentent un grand nombre de variétés; toutefois, au point de vue de leurs applications, on peut les répartir tous en trois classes :

1° Les blés demi-durs, le plus généralement cultivés en France, qui conviennent à tous les usages économiques et plus spécialement à la fabrication des farines premières, et à gruaux blancs ou gris, généralement employées dans les boulangeries à pains blancs des première et deuxième qualités;

2° Les blés durs d'Auvergne, d'Algérie, de Taganrog, les plus riches en substances azotées et grasses, les plus convenables pour la fabrication des gruaux à pâtes dites d'Italie (vermicelle, macaronis, lazagnes, petites pâtes);

3° Les blés blancs ou tendres qui contiennent le plus d'amidon.

RIZ.

Le riz mérite de fixer notre attention, car son abondance, en certaines localités plus ou moins chaudes, humides, irrigables ou temporairement submergées, du Piémont, de la

France, de l'Inde, de la Chine et de l'Amérique, permet de l'obtenir parfois à des prix inférieurs à ceux de la plupart des autres céréales; d'ailleurs, dans les circonstances où, comme aujourd'hui, la cherté des grains oblige à ménager ceux qui servent le plus généralement à la panification, il arrive que les gouvernements prohibent la distillation de ces grains et permettent la distillation du riz. Dans ces circonstances, les distilleries de betteraves peuvent trouver de notables avantages à continuer leurs opérations en suppléant par le riz leurs matières premières, dont l'approvisionnement se trouve épuisé vers les mois de février ou de mars.

C'est surtout par la voie du commerce avec les pays précités que l'on doit se procurer le riz; car les conditions essentielles de sa végétation sur des terrains alternativement inondés et secs occasionnent, aux époques où l'écoulement et l'évaporation des eaux mettent le sol à nu, des maladies endémiques, des fièvres intermittentes, qui affaiblissent et déciment les populations.

ESPÈCES ET VARIÉTÉS.

On connaît un assez grand nombre d'espèces et de variétés de riz; toutefois on n'en distingue guère, dans les pays d'où viennent nos approvisionnements en ce genre, que deux variétés principales : le *riz barbu* et le *riz sans barbes* (1). Mais, tel qu'il nous arrive, *décortiqué* et *mondé*, privé même de son embryon très-petit, le riz, réduit presque complétement à son périsperme ou *amande* blanche demi-transparente, diffère peu dans sa composition. C'est la céréale la plus riche en amidon et la plus pauvre en principes azotés, gras et salins. Aussi ne fournit-il aux Indiens, qui en font leur nourriture presque exclusive, qu'un aliment incomplet, inca-

(1) Quant à la variété dite *riz sec*, elle exige, pour sa culture, sinon des terrains inondés, du moins des sols soumis à des irrigations. Cette variété n'est, jusqu'ici, très-productive qu'en Chine, d'où l'on a essayé de l'introduire en France.

pable de soutenir les forces de ces peuplades au degré où elles se manifestent chez les Européens, si évidemment supérieurs sur ce point comme à bien d'autres égards; voir la composition comparée des fruits des *céréales*, p. 85.

MAIS.

Ce grain, en raison de sa composition riche, surtout en substances grasses, pauvre en amidon, est bien plus propre à la nourriture des hommes et à l'engraissement des animaux qu'à la distillation.

Sa culture donne d'abondants produits aux États-Unis d'Amérique et dans quelques contrées européennes, notamment dans le Piémont, la Toscane et dans notre département des Landes.

VARIÉTÉS.

On connaît un grand nombre de variétés hâtives et tardives de maïs à grains petits, arrondis ou gros, ronds ou aplatis, jaunes, orangés, blancs, violets ou rougeâtres.

Le *maïs nain* ou à *poulet* est de tous le plus petit et l'un des plus précoces; cent épis ne donnent guère que $3^k,5$ de grain.

Le *maïs quarantain*, un peu plus hâtif, mûrit sous notre climat en 75 ou 90 jours; ses tiges ne s'élèvent qu'à 60 ou 70 centimètres; ses épis sont courts et ses grains petits.

Le *maïs à bec* offre des grains ovoïdes terminés par une sorte de crochet; il est précoce, plus productif que les précédents.

Le *maïs d'été*, à tiges plus hautes et grains jaune orangé plus gros que les précédents, est moins hâtif.

Le *maïs* dit *d'automne* ne mûrit qu'en octobre; ses tiges sont hautes de $1^m,60$ à 2 mètres, ses épis longs et ses grains plus gros que les précédents.

Le *maïs de Pensylvanie* est plus grand encore; ses grains sont très-gros, aplatis, d'un jaune clair; 1 hectolitre de maïs pèse 75 kilog. C'est une des variétés les plus tardives, qui,

chez nous, ne peut que rarement atteindre une maturité complète.

On distingue plusieurs variétés de *maïs à grains blancs*; en particulier, le maïs blanc tardif, correspondant au maïs jaune d'automne, et le maïs blanc de Virginie, qui correspond, pour sa taille, la forme de ses grains, etc., au maïs jaune de Pensylvanie; il est très-productif. Quant aux variétés de maïs à grains violets ou rougeâtres, on les cultive peu en grand.

AVOINE.

Sous le rapport de la distillation, l'avoine offre généralement moins de ressources encore que le maïs; sa composition, riche en substances grasses, mais pauvre en matière amylacée, la rend plus particulièrement favorable à la nourriture des animaux, des chevaux en particulier, surtout dans le nord et le centre de l'Europe, en raison aussi d'un principe excitant aromatique qui provoque leur appétit. On prépare, surtout en Angleterre et en Irlande, un gruau d'avoine très-convenable pour la nourriture des enfants. L'avoine, soumise à la germination, entre, pour une proportion légère, dans la préparation de la bière de Louvain, et contribue à former l'arome ou le bouquet particulier à cette bière.

VARIÉTÉS.

L'avoine ordinaire de printemps ou d'hiver est une des plus cultivées; elle a des sous-variétés noires et blanches qui, chacune, conviennent le mieux à certains sols. Les meilleures avoines sont, en général, les plus lourdes; elles pèsent, suivant les sols et les saisons, de 45 à 51 kilog. l'hectolitre. Parmi les variétés moins productives que les précédentes, on distingue, principalement, *l'avoine patate*, de printemps, à grains arrondis, farineux, assez productive dans les terrains riches; *l'avoine de Hongrie*, de printemps, à sous-variétés blanche et noire, qui exige également un sol très-fertile pour

donner de bonnes récoltes; *l'avoine de Géorgie et de Sibérie*, de printemps, qui, dans les bonnes terres, produit en abondance une paille longue et forte : ses grains sont, dans ce cas, lourds et volumineux; *l'avoine courte* et *l'avoine nue* (de Tartarie) à petits grains, peu farineux.

COMPOSITION IMMÉDIATE DES CÉRÉALES.

Le tableau suivant montre la composition, en centièmes, des différentes céréales et permet d'apprécier leur qualité au point de vue de l'alcool, dont la production est proportionnée aux quantités d'amidon et de dextrine réunies.

NOMS DES CÉRÉALES.	AMIDON	GLUTEN et autres matières azotées (1).	DEXTRINE et substances congénères.	MATIÈRES grasses.	CELLULOSE.	SILICE, phosphates de magnésie, de chaux, sels solubles de potasse et de soude.
Blé dur de Venezuela.	58,12	22,75	9,50	2,61	4	3,02
— d'Afrique. . .	64,57	10,19	7,60	2,12	3,50	2,71
— de Taganrog.	63,30	20	8	2,25	3,60	2,85
Blé demi-dur de Brie (France).	68,65	16,25	7	1,95	3,40	2,75
Blé blanc touselle. . . .	75,31	11,65	6,05	1,87	3	2,12
Seigle.	65,55	13,50	12	2,15	4,10	2,60
Orge.	55,43	13,96	10	2,76	4,75	3,10
Avoine.	60,59	14,39	9,25	5,50	7,06	3,25
Maïs.	67,55	12,50	4	8,80	5,90	1,25
Riz.	89,15	7,05	1	0,80	1,10	0,90

(1) Les proportions des substances azotées ont été déduites de l'analyse élémentaire en multipliant par 6,5 le poids de l'azote obtenu.

On voit que, sous ce rapport, le riz, les blés blancs, le seigle, l'orge, le maïs offriraient les rendements les plus considérables; ce sont aussi les grains qu'on distille de préférence, suivant les circonstances qui font varier les cours commerciaux. Les blés, en raison de leurs prix généralement trop élevés, ne peuvent guère recevoir cette destination, à moins qu'ils n'aient été avariés au point de ne pouvoir être réduits en farine propre aux boulangeries.

POMMES DE TERRE (*Solanées*), Solanum tuberosum.

Cette plante, la plus productive de toutes en fécule, dans nos contrées, à surface égale de terrain, est originaire du Chili; sa culture s'est propagée des montagnes de ce pays dans la chaîne des Andes, s'avançant au nord vers le Pérou, Quito et le plateau de la Nueva-Grenada. Telle fut précisément la marche des Incas dans leurs conquêtes, ainsi que le fait remarquer de Humboldt.

Plus tard, après l'invasion européenne, le tubercule nouveau fut transporté au Mexique, puis il s'introduisit en Espagne, en Italie, en Irlande (1), en Belgique, en Allemagne et en France.

Dans ces trois dernières contrées, comme en Pologne et en Russie, la pomme de terre formait, jusqu'en 1845, l'une des meilleures matières que l'on pût employer en vue de produire de l'alcool et d'obtenir des résidus propres à la nourriture du bétail. Il est probable que cet état de choses ne tardera pas beaucoup à se rétablir, dès que la maladie spéciale, qui déjà s'est amoindrie, cessera d'exercer ses ravages.

(1) Ce fut en 1545 qu'un marchand d'esclaves, John Hawkins, l'importa en Irlande : au service signalé qu'il rendit alors à la population, succéda, trois cents ans après, en 1845, le désastre occasionné par l'énorme déficit sur la production du tubercule alimentaire frappé subitement de la maladie spéciale qui sévissait dès 1843 aux États-Unis d'Amérique et qui tout à coup priva la population irlandaise de la base principale de sa nourriture.

Dans les conditions ordinaires, on peut obtenir, sur 1 hectare de bonne terre à blé, 20 à 22,000 kilog. de tubercules de la patraque jaune, contenant 3,500 à 4,000 kilog. de fécule amylacée, tandis que la même superficie donnerait environ 1,200 à 1,500 kilog. de blé représentant au plus 900 à 1,100 kilog. d'amidon ou 2,000 kilog. d'orge représentant environ 1,350 kilog. d'amidon pur.

VARIÉTÉS.

On connait plus de deux cent cinquante variétés de pommes de terre : madame L. Vilmorin en cultive une collection de deux cent vingt-cinq, appartenant à la Société impériale et centrale d'agriculture de France; mais le plus grand nombre sont plutôt des produits horticoles destinés au service des tables de luxe que des produits propres aux industries agricoles et manufacturières.

Dans la grande culture on n'emploie qu'un nombre très-restreint de variétés; nous nous bornerons ici à décrire les principales.

1° *Variétés tardives.*

Patraque jaune. — C'est généralement la plus productive de toutes et celle que préfèrent les cultivateurs : ses tubercules, en terrains convenables, sont gros, arrondis, grisâtres, à *chair* d'un blanc-jaunâtre; ils offrent des rudiments de bourgeons (yeux) dans des cavités peu profondes. Les fanes (tiges et feuilles) sont largement développées; la végétation parcourt ordinairement toutes ses phases entre les mois de mars et de septembre ou d'octobre. Tant que la plus grande partie des feuilles demeurent vertes, que les tiges aériennes se soutiennent bien, les tubercules formés sur des prolongements souterrains des tiges continuent à s'accroître, et la sécrétion féculente augmente jusqu'au moment où, l'activité de la végétation s'arrêtant, on voit les feuilles commencer à jaunir

et les tiges aériennes s'affaisser par degrés. On pourrait alors, avec profit, laisser les tubercules achever pendant quelques jours leur maturation en terre, si l'on ne craignait que les propagules de la maladie ne vinssent envahir les feuilles et que ses émanations introduites dans les tubercules ne fissent bientôt disparaître en partie la fécule en pénétrant dans les tissus et ouvrant les voies aux diverses altérations de ces tubercules partiellement privés de vie.

Aussi préfère-t-on, afin de se soustraire à ces chances, arracher les pommes de terre avant leur maturité ultime (1).

Depuis l'invasion de la maladie en France on est parvenu à réduire davantage les chances défavorables en cultivant les variétés hâtives et même en hâtant encore le moment de la récolte par une plantation avancée de quinze à vingt jours; d'ailleurs, les précautions, à l'arrachage, sont les mêmes pour toutes les variétés.

On a généralement abandonné la culture des pommes de terre plus tardives que la patraque jaune, notamment de la tardive d'Irlande à tubercules arrondis ou ovoïdes lisses, tissu sous-épidermique rougeâtre, chair blanc jaunâtre, moins productive que la précédente, et de la patraque blanche à gros tubercules gibbeux, légèrement rosés sous l'épiderme, à chair blanche, qui est non-seulement tardive, mais, en outre, traçante; ce qui, en éloignant les tubercules du pied, rend l'arrachage plus dispendieux.

2° *Variétés hâtives.*

La pomme de terre connue sous le nom de *Shaw d'Écosse* est l'une des variétés hâtives de la grande culture. Ses tubercules sont arrondis, gris jaunâtre; leur chair est d'un blanc légèrement jaune; ils arrivent à la maturité au commencement du mois d'août.

(1) Lorsque les tubercules sont arrachés, on reconnaît cette maturité complète à la nuance gris foncé de l'épiderme, qui s'est feudillé de telle sorte que toute la superficie est devenue rugueuse.

Sous le nom de *Ségonzac* on désigne une autre pomme de terre un peu moins hâtive que la variété précédente. Ses tubercules, plus irréguliers, sont tachetés de gris.

Une troisième variété hâtive, de grande culture, est connue sous le nom de Jeuxy; ses tubercules, de forme légèrement ovoïde un peu déprimée, à peau grise, ont des yeux très-enfoncés; elle produit plus que les diverses variétés dites marjolin, rouges rondes et longues, que l'on réserve, ainsi que les vitelottes jaunes longues et les rondes violettes, pour la petite culture et comme aliment de luxe.

La composition des pommes de terre diffère suivant les sols, les saisons et les variétés; on en trouve aujourd'hui d'aussi féculentes que jamais, cultivées dans de bonnes conditions. Nous avons reconnu que l'une des variétés les plus féculentes, la pomme de terre jaune (à chair jaune) du Pérou, renferme jusques à 30 et parfois même 32 centièmes de substance sèche.

On peut améliorer, sous ce rapport, toutes les variétés en choisissant pour la reproduction les tubercules les plus lourds (ce que l'on constate en les plongeant dans l'eau un peu salée; ceux qui plongent au fond de la solution la plus dense sont les plus féculents), en cultivant dans des terres argilo-sableuses peu calcaires, fertiles, fumées sans excès, assez meubles et sans excès d'humidité ou assainies par le drainage, recevant, en sarclages, binages et buttages, les façons ordinaires à temps utile.

Nous indiquons, dans le tableau ci-contre, la composition moyenne comparée de différents tubercules, tiges ou rhizomes ou racines féculents.

	POMMES DE TERRE.	BATATE rouge.	BATATE blanche.	IGNAME de Chine.	MANIOC.
Eau	74	77,10	79,2	80	67,65
Fécule et congénères	21	12,05 } 15,61	10 } 13	15	28,13
Sucre		3,56	3		
Substances azotées, albumineuses, etc.	2,50	1,66	1,5	2,50	1,17
Matières grasses, huile essentielle	0,11	0,69	0,6	0,24	0,40
Cellulose, pectine, acide pectique	0,83	2,84	3	0,76	1,50
Sels	1,56	2,10	2,7	1,50	1,15
	100	100	100	100	100

La pomme de terre, en France, et le manioc aux colonies comme dans l'Inde, donnent les produits bruts les plus économiques; toutefois, dans le midi de la France, les batâtes sont parfois tout aussi productives, car M. de Gasparin en a obtenu plus de 60,000 kilog. à l'hectare. Enfin l'Igname de Chine (*Dioscorea japonica* ou *batatas*) est l'objet d'essais de

grande culture chez nous et pourrait donner des résultats avantageux si les difficultés de l'arrachage (difficultés très-grandes en raison de la profondeur atteinte par ses rhizomes féculents) étaient surmontées; en tout cas, la composition ci-dessus indiquée peut faire prévoir le rendement en alcool, celui-ci étant proportionné aux substances féculentes et sucrées, et représentant à peu près un poids égal en alcool ou flegmes à 50° ou de moitié en alcool pur. Le rendement maximum ou comparatif entre ces matières premières pourrait donc être apprécié dans l'ordre suivant :

Manioc.	28	ou alcool pur	14
Pomme de terre. .	21	—	10,5
Batate rouge. . .	15,56	—	7,78
Igname de Chine. .	15	—	7,5
Batate blanche. .	13	—	6,5

TOPINAMBOUR.

Helianthus tuberosus. Cette plante, de la famille des composées, paraît originaire du Brésil; elle donne de larges feuilles, des tiges hautes, des racines tuberculeuses abondantes; elle vient dans des terrains même peu fertiles, où la betterave et la pomme de terre seraient peu productives, et c'est peut-être là son principal mérite, car dans les bonnes terres bien fumées, où le topinambour donne son maximum de rendement en tubercules, il n'atteint pas le rendement des betteraves, même en tenant compte de la proportion (plus considérable d'un quart à un tiers et même de moitié) de la substance sèche qu'il renferme. On reproduit le topinambour en plantant ses tubercules au printemps.

C'est surtout comme plante fourragère que le topinambour est estimé dans la grande culture, surtout depuis l'époque (1809) où Yvart a fait connaître les avantages qu'on peut en tirer sous ce rapport.

Les principes immédiats qui, dans le topinambour, peu-

vent donner de l'alcool par la fermentation sont le sucre, la glucose et l'inuline; cette dernière est très-facilement transformable en glucose (par les acides même très-faibles, la chaleur, la fermentation); les principes sucrés et l'inuline paraissent alternativement dominer dans les tubercules durant les différentes phases de la végétation, suivant les observations de M. Bouchardat; j'ai reconnu, avec M. Barreswill, que les tubercules de topinambours, à l'époque de leur maturité, renferment du sucre cristallisable identique avec celui de la canne et de la betterave.

VARIÉTÉS.

On ne connaît guère que deux variétés de topinambour, l'une offrant des tubercules violet rougeâtre ou de teinte vineuse extérieurement, et d'un blanc très-légèrement jaunâtre à l'intérieur, demi-translucides en tranches minces; ces tubercules sont irréguliers et gibbeux.

L'autre variété, dont les tubercules ont des formes semblables, est caractérisée par sa coloration grise, jaunâtre à l'extérieur; à l'intérieur, la chair diffère peu de la précédente.

Deux sous-variétés correspondantes ont été dernièrement obtenues chez MM. Bailly et Vilmorin; elles sont caractérisées par les formes plus régulières, plus unies ou exemptes de gibbosités de leurs tubercules. Elles seraient préférables en raison de la facilité de leur nettoyage, si elles n'étaient notablement moins productives.

Le topinambour peut se reproduire longtemps dans le même sol par les tubercules qui échappent à l'arrachage, c'est un avantage là où la main-d'œuvre est très-chère et la terre à bon marché; mais c'est une propriété désavantageuse lorsqu'on veut faire succéder au topinambour une autre plante : on y parvient en cultivant, dans le même sol, des fourrages que l'on fauche plusieurs fois en vert, et en enlevant les tubercules ramenés à la superficie par les labours d'automne et de printemps.

Voici la composition immédiate moyenne des tubercules de topinambour; cette composition varie suivant l'état de fumure et de l'humidité du sol.

Eau.		76,44
Inuline, sucre, glucose et congénères.	16,16	
Albumine et deux autres matières azotées. . . .	3,12	
Cellulose, pectine, acide pectique.	2,79	23,56
Matières grasses et traces d'huile essentielle. .	0,20	
Sels (phosphates, chlorures, sulfates calcaires, magnésiens et alcalins).	1,29	
		100

Parmi les substances azotées assez abondantes que les topinambours renferment, se trouve une matière très-favorable au développement du ferment alcoolique; d'ailleurs les matières grasses et salines, notamment les phosphates de magnésie et de chaux, complètent ce qui peut concourir à la nutrition des ferments les plus actifs.

On voit qu'en somme le topinambour contient, à poids égal, moitié plus de substance sèche et de matière sucrée, ou de ses congénères, que la betterave (1); par cette raison et par les autres motifs exprimés plus haut, sa culture pourrait être préférable en certaines localités, et surtout lorsque l'on pourrait tirer parti de ses feuilles et des portions tendres de ses tiges pour la nourriture des bestiaux. On obtient de ce fourrage à l'état sec environ 50 pour 100 du poids des tubercules frais.

Peut-être parviendrait-on à perfectionner les plants (tubercules entiers destinés à la reproduction) en choisissant, comme on l'a fait pour les pommes de terre dites de semence

(1) Dans un bon terrain, la production des tubercules varie de 20 à 30,000 kilogrammes contenant autant de matière sèche que moitié en sus ou 30 à 45,000 kilogrammes de betteraves à sucre. Or, dans le même terrain, le rendement de celles-ci s'élève de 36 à 50,000 kilogrammes. Dans les sols très-pauvres et les terres sablonneuses, Villeroy et Schwartz ont obtenu de 7,800 kilogrammes à 10,200 kilogrammes de topinambours.

et les betteraves porte-graines; comme on pourrait le faire pour les ignames à planter par tronçons et encore pour les racines porte-graines du cerfeuil bulbeux, en choisissant, dis-je, les racines rhizomes ou tiges souterraines tuberculeuses les plus denses, celles qui plongent dans l'eau la plus salée, c'est-à-dire la plus dense, employée pour cet essai.

ASPHODÈLE. (*Liliacées*, *Asphodelées*.)

(*Éty.* : a *priv. et* σφάλλω, *supplanter; qu'on ne peut supplanter ou extirper.*)

Cette plante, qui, dans quelques terres incultes du midi de la France, de l'Algérie, de l'Italie, etc., s'empare du sol et s'y reproduit continuellement, ne saurait être l'objet d'une culture profitable dans les contrées agricoles où le terrain a une valeur assez grande. En effet, il faut deux ou trois années consécutives de végétation pour que les tubercules d'asphodèle donnent un produit comparable aux récoltes des différentes plantes à racines ou tiges souterraines tuberculeuses mentionnées plus haut.

Toutefois on comprend sans peine que, depuis l'époque de la cherté simultanée du vin, de l'alcool, des pommes de terre et des céréales, les racines d'asphodèles arrachées sur des terres incultes, où leur croissance spontanée permettait de les obtenir au prix des frais d'arrachage, aient pu fournir, dans quelques localités, une matière première économique pour la fabrication de l'alcool; des distilleries spéciales se sont alors établies dans ce but en France, en Algérie, en Sardaigne et en Toscane.

VARIÉTÉS.

Parmi les variétés de cette plante que l'on rencontre dans le midi de la France et l'Europe méridionale, on cite particulièrement l'*asphodèle blanc* (Asphodelus albus), dont les tubercules et les parties tendres des tiges et feuilles servent

à la nourriture des bestiaux. L'*asphodèle rameux* (A. ramosus), analogue au précédent pour ses applications.

L'*asphodèle jaune* (Asp. luteus), que les jardiniers désignent sous le nom de *verge* ou *bâton de Jacob* : il donne des tiges d'un mètre et plus de hauteur, de petites feuilles subulées triangulaires, et se termine de mai en juillet par un long épi de fleurs nombreuses d'un jaune brun.

Les racines tuberculeuses charnues de l'asphodèle sont allongées ou fusiformes, groupées et superposées autour du pied de la plante. Parmi ces tubercules, lorsque la végétation a duré plusieurs années, les uns depuis leur formation ont éprouvé une végétation assez prolongée pour contenir les principes immédiats sécrétés en grande proportion ; les autres, plus anciens, ont cédé une partie plus ou moins grande de leurs principes organiques ou inorganiques aux pousses successives : ils ont donc subi une sorte d'épuisement. De là, sans doute, les grandes variations observées dans les résultats analytiques observés en opérant sur quelques tubercules isolés. M. Marès, ingénieur de l'école centrale, secrétaire de la Société d'agriculture de l'Hérault, a probablement employé, dans ses essais analytiques, des tubercules récoltés dans de bonnes conditions, c'est-à-dire pris parmi ceux dont les sécrétions n'avaient pas été partiellement épuisées. Voici les résultats auxquels il est parvenu :

Eau		68,84	100
Matières transformables en glucose par les acides et les ferments	18,25	31,16	
Cellulose	7		
Pectose	2,30		
Matières grasses dissoutes par l'éther	2,20		
Albumine coagulable par la chaleur (1)	0,42		
Matières minérales (cendres)	0,75		
Pertes	0,24		

(1) Il existe plusieurs substances azotées dans les tubercules d'asphodèle, qui, sans doute, auront été dosées avec quelques-unes des autres matières organiques, formant probablement, en somme, plus de 1 pour 100 du tubercule normal.

Plusieurs expériences de fermentation et de distillation ont donné des quantités d'alcool en rapport avec la composition riche en substance glycogène ci-dessus. Dans plusieurs autres opérations en grand, les produits se sont trouvés moindres, ce qui peut tenir à des différences du même ordre dans la composition des tubercules ou bien à des accidents de fabrication. En tout cas, l'industrie de la distillation des tubercules d'asphodèle, sur laquelle nous reviendrons, ne nous semble pas pouvoir être profitable en dehors des conditions particulières qui lui ont donné naissance.

MARCS DE RAISIN.

Après le soutirage du vin, il reste de la vendange cuvée un marc composé des rafles, pepins, tissus et pellicules du raisin. Ce marc, soumis à une pression plus ou moins énergique et prolongée, retient encore 12 ou 15 centièmes de son poids de liquide vineux.

C'est à la fois, surtout dans le midi de la France, une matière première de la fabrication de l'alcool et une substance alimentaire propre à la nourriture des bestiaux, des moutons en particulier.

Le marc de raisin, même après avoir été soumis à la distillation pour en extraire l'alcool, retient une grande partie des substances azotées, grasses et salines qui se trouvaient dans le fruit; on le conserve dans des cuves et des celliers clos en vue de le distiller au fur et à mesure de la consommation des résidus par les animaux.

Dans les contrées où le vin est peu riche en alcool, le marc de raisin est donné aux oiseaux de basse-cour et aux faisans : parfois on l'emploie comme combustible après l'avoir fait sécher à l'air, et les cendres sont reportées dans les vignobles; quelquefois enfin on jette directement au fumier les marcs de raisin.

MÉLASSES.

On distingue dans le commerce trois sortes de mélasses, sortes d'eaux mères sirupeuses, brunes, incristallisables, extraites des dernières cristallisations des sucres bruts et des sucres soumis au raffinage. Les mélasses provenant du raffinage des sucres de canne, celles même qui résultent du raffinage des sucres de betterave, surtout lorsqu'elles sont mélangées avec les mélasses précédentes ou que dans les raffineries on a employé les deux sucres bruts à la fois, ont, en général, une valeur trop grande en raison de leurs applications, comme substance alimentaire sucrante, dans les sirops communs, la fabrication du pain d'épice, etc., et pour qu'il y ait avantage à en fabriquer de l'alcool.

Ce ne sont guère que les mélasses provenant de l'extraction du sucre brut de betteraves qui reçoivent cette destination ; car leur forte coloration brune, leur odeur désagréable dépendante des principes odorants propres à la betterave, et la saveur âcre et salée résultant des sels (sucrates, malates, sulfates, hydrochlorates de potasse et de soude) qu'elles contiennent, ne permettraient guère de les employer comme aliment, à moins que ce ne fût pour améliorer les fourrages destinés aux animaux.

La plus grande partie de la mélasse des sucreries de betteraves est employée comme matière première de la fabrication de l'alcool et des sels alcalins.

Elles sont tellement épaisses et visqueuses, lorsqu'on les extrait des citernes ou réservoirs dans lesquels, durant une année environ, les dernières portions de sucres *cristallisables directement* s'en sont séparées, que les fabricants les font chauffer, y ajoutent quelques centièmes d'eau afin de les rendre plus fluides et de faciliter leur mise en barrique au moment de les expédier.

Dans cet état, la mélasse a une densité représentée par 41° à l'aréomètre de Baumé, sa température étant de 18 à

20° centésimaux. En général, elle offre une réaction plus ou moins alcaline, suivant qu'elle vient d'une fabrique où l'on défèque à la chaux simplement, ou d'une sucrerie dans laquelle, après la défécation, on sépare la chaux en la précipitant par l'acide carbonique.

La mélasse de betterave contient de 40 à 45 pour 100 de sucre et 8 à 12 centièmes de sels alcalins; les distillateurs spéciaux en font de grands approvisionnements dans de vastes citernes en maçonnerie.

MÉLASSES DES SUCRERIES COLONIALES.

Ces mélasses diffèrent de la mélasse de betterave par leur odeur aromatique et leur saveur assez agréable; elles ont, d'ailleurs, une légère réaction acide et contiennent du sucre de canne et de la glucose en proportions très-variables, mais que l'on peut évaluer, en moyenne, à 48 ou 50 pour 100 du poids total; elles ne renferment que des traces de sels alcalins.

Les mélasses aux colonies constituent la matière première principale de la fabrication du rhum. Le cours élevé des produits alcooliques, de 1852 à 1855, a pu permettre d'importer, en franchise de droits, cette matière première pour la fabrication de l'alcool; mais ce ne devait être en France qu'une industrie passagère. L'abaissement du cours des liquides alcooliques a fait cesser cette opération.

EAUX DE BACS, DES GATEAUX DE CIRE, DE GARANCINE.

Ces diverses eaux de lavage provenant des industries spéciales (raffineries, extraction du miel, fabrication de la garancine) contiennent des matières sucrées impures en solutions étendues que l'on peut utiliser dans la distillation comme nous le verrons plus loin.

PRÉPARATION DES MATIÈRES PREMIÈRES.

Germination des grains, fabrication du malt, extraction de la fécule, saccharification de la fécule, du riz, des pommes de terre, des grains par la diastase et par l'acide sulfurique.

Le but des opérations que l'on fait subir aux céréales en vue de la fabrication de l'alcool étant de transformer l'amidon qui ne fermenterait pas directement, en matière sucrée qui éprouve très-facilement la fermentation alcoolique, on prépare d'abord les grains, ou une partie du moins, de façon à y développer le principe actif naturel, la diastase, qui a précisément cette propriété de faire dissoudre l'amidon et de le changer en dextrine et en une matière sucrée sous certaines conditions indiquées plus loin.

C'est en faisant germer les grains que l'on parvient à y développer une quantité suffisante de diastase, principe actif ou agent naturel de la saccharification.

Tous les grains (fruits des céréales) pourraient servir à cette préparation, mais on choisit de préférence l'orge, qui, à poids égal, coûte généralement moins, et dont la germination est des plus faciles; on désigne sous le nom de *malt* l'orge germée, desséchée et débarrassée des radicelles.

L'orge qui convient le mieux pour la fabrication du malt est celle qui est douée de toute sa faculté germinative, et dont tous les grains d'une même variété, cultivés dans le même terrain, sont disposés à germer à peu près simultanément. Il est facile de reconnaître si l'orge réunit ces conditions utiles : dans un vase à fond plat, une assiette par exemple, on verse un peu d'eau de façon à former une couche liquide de 4 à 6 millimètres; on ajoute ensuite, avec précaution, assez d'orge pour que les grains, en se touchant, couvrent la superficie. On recouvre avec une assiette renversée, et l'on maintient entre 15 et 20° centésimaux la température du lieu où l'essai s'effectue.

Au bout de trente-six à quarante-huit heures, on peut apercevoir, à l'un des bouts (où se trouve l'embryon) de chacun des grains dont la germination commence, une légère protubérance blanchâtre; c'est la radicule qui se développe : puis graduellement cette radicule s'allonge, se subdivise en plusieurs radicelles dont la longueur totale atteint un à plusieurs centimètres, tandis que la gemmule, qui pousse en sens contraire, ne s'est encore avancée sous le péricarpe (ou entre l'enveloppe et l'amande ou périsperme) que jusques à la moitié ou les deux tiers de la longueur du grain. Si la germination commence sur tous les grains à peu près simultanément et parcourt ses différentes phases dans le même temps, on peut être certain que l'orge est de très-bonne qualité pour cet usage et susceptible de produire un excellent malt. Si, au contraire, la germination est très-irrégulière ou même ne se manifeste pas sur une partie des grains, on devra s'abstenir de préparer du malt avec une pareille orge, que l'on pourrait utiliser soit dans les rations alimentaires des animaux, soit en la réduisant en farine pour la saccharifier à l'aide de malt de bonne qualité.

Voici comment on procède à la fabrication du malt en grand lorsqu'on s'est assuré que l'orge est douée de la faculté germinative désirable.

Cinq opérations successives ont lieu dans l'ordre suivant : *mouillage des grains*, *germination*, *dessiccation*, *séparation des radicelles*, *mouture*.

Mouillage. — A l'aide de cette opération on élimine les grains légers ou creux (siége de diverses altérations), qui ne germeraient pas et viennent surnager à la superficie du liquide, et l'on introduit dans les autres grains la quantité d'eau utile à la germination.

Le mouillage se pratique dans de grandes cuves ou des bassins en maçonnerie ayant $1^m,00$ à $1^m,25$ de profondeur et munis d'un robinet de vidange au devant duquel on place, dans l'intérieur du réservoir, une toile métallique destinée à retenir les grains lorsqu'on veut faire écouler le liquide.

On introduit l'eau d'abord jusques à $0^m,75$ de hauteur, puis on ajoute l'orge, et l'on agite avec une spatule ou mouveron en bois ; les grains lourds, en général de bonne qualité, plongent, tandis que les plus légers surnagent : on enlève ceux-ci à l'écumoire, ils peuvent servir à la nourriture des animaux. On soutire aussitôt l'eau trouble, que l'on remplace par un égal volume d'eau claire, et l'on renouvelle l'eau à deux ou trois reprises pendant le mouillage, qui dure vingt-quatre à trente heures en hiver et douze à vingt-quatre heures en été. La durée du mouillage doit être un peu plus longue pour les variétés d'hiver que pour les orges d'été. On reconnaît que la quantité d'eau absorbée est suffisante lorsque les grains sont devenus assez souples pour s'écraser sous la pression de l'ongle. Alors on soutire tout le liquide, et l'égouttage s'achève en quatre ou cinq heures.

Germination. — L'orge, égouttée, est mise en un tas de 60 centimètres d'épaisseur dans le *germoir*. C'est un cellier ou cave, dallé ou bitumé, dont les murs épais ou l'enfoncement sous le sol maintiennent le plus régulièrement possible la température entre 14 et 17° dans les saisons les plus favorables, le printemps et l'automne. C'est surtout dans les mois de mars, avril et mai que l'on peut aisément réunir les conditions favorables ; on y parvient, même en été, en fermant les portes et fenêtres ou soupiraux durant le jour et les tenant ouverts la nuit, pratiquant, d'ailleurs, des arrosages sur le sol et même sur les grains lorsque la température s'élève et que l'évaporation est trop rapide. En tout cas, il est inutile de ménager un léger, mais continuel renouvellement de l'air, soit pour favoriser la germination en lui fournissant de l'oxygène, soit pour éliminer l'acide carbonique, dont l'accumulation rendrait l'air du germoir insalubre pour les ouvriers.

Lorsque la germination s'annonce par le développement, sur la plupart des grains, de la proéminence blanchâtre de la radicule, on étend le tas sur le sol en une couche de 30 à 35 centimètres, et l'on diminue graduellement cette épais-

seur en étendant le grain sur une plus grande surface, à mesure que la germination s'avance, de façon à ce que l'épaisseur soit réduite à 10 ou 12 centimètres lorsque l'opération est près de son terme ; c'est-à-dire lorsque, les radicelles ayant acquis un développement de plusieurs centimètres, la gemmule ou tigelle s'est avancée sous l'enveloppe ou péricarpe presque jusques à l'extrémité du grain opposée à celle d'où elle est partie. La longueur de cette tigelle se reconnaît aisément par la saillie qu'elle imprime à l'enveloppe et mieux encore en enlevant celle-ci.

C'est alors que la plus grande quantité de diastase est produite sans une déperdition trop considérable dans le poids du grain.

Pendant la durée de la germination, il faut une fois par jour en hiver, et deux fois en été, retourner le grain à la pelle, afin de régulariser l'opération en renouvelant les surfaces exposées ainsi successivement aux mêmes influences de température, d'humidité, d'aération. Afin de prévenir l'écrasage des grains, les ouvriers marchent dans le germoir pieds nus ou chaussés de sandales à très-larges semelles.

La germination est assez avancée au bout de sept à dix jours dans les saisons chaudes, et de dix à quinze jours lorsque la saison est froide, notamment vers la fin de l'automne.

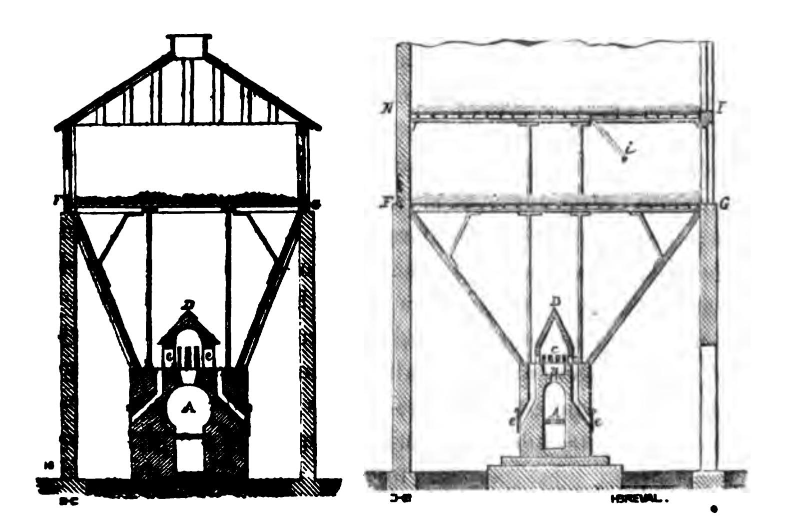
Il est, en général, désavantageux de hâter la germination, parce qu'alors elle devient fort inégale. Une partie des grains n'ont pas encore germé et contiennent très-peu de diastase, tandis que d'autres ayant trop végété ont éprouvé une déperdition considérable.

Dessiccation. — Dès que la germination de l'orge est à son terme, il faut se hâter d'effectuer sa dessiccation, afin d'arrêter toute végétation ultérieure ; on y parvient en l'étendant en couche mince sur le plancher d'un grenier, pendant que l'on s'occupe de compléter cette dessiccation par portions successives, à l'aide de l'air chaud, sur une ou plusieurs tourailles.

La fig. 14 ci-contre montre les dispositions des anciennes tourailles généralement encore employées, et la fig. 15 in-

dique une modification due à M. Chaussenot, qui rend la dessiccation méthodique et permet d'économiser le combustible. Cette touraille se compose d'un foyer A surmonté d'une voûte B percée de carneaux par lesquels les produits de la combustion d'une houille sèche ou de coke, donnant très-peu ou pas de fumée, sortent et se répandent dans un deuxième espace voûté, couvert d'un toit D en tôle épaisse ou en fonte; dans le même espace arrive un courant d'air extérieur que l'on modère à volonté par un registre et qui, se mélangeant avec l'air *brûlé*, forme le courant gazeux à la température convenable, qui s'échappe par les ouvertures latérales C, puis s'élève vers une première plate-forme F G, fig. 14, et une

Fig. 14. Fig. 15.



deuxième plate-forme H I, fig. 15, horizontales, composées, chacune, de liteaux en fer soutenant, à l'aide de montants et liens en fer, une toile métallique ou des plaques de tôle percées de trous comme une écumoire; les ouvertures des toiles ou tôles percées doivent être assez grandes pour que les radicelles s'y engagent aisément sans cependant qu'un grain

d'orge puisse les traverser. La deuxième plate-forme I, sur laquelle on étend d'abord l'orge à dessécher, est munie d'une trappe formée d'un châssis tendu de tôle trouée ou de toile métallique, afin qu'en ouvrant cette trappe, lorsque la dessiccation est à moitié de sa durée totale, on puisse faire tomber le produit à moitié sec sur la première plate-forme, où la dessiccation s'achève pendant qu'une nouvelle quantité de grain germé humide se prépare sur la deuxième plate-forme.

En tous cas, il importe beaucoup d'éviter que l'air chaud ait une température trop élevée, s'approchant de 80 à 100°, lorsqu'il arrive au contact de l'orge encore très-humide, car alors la proportion d'eau serait telle, qu'il pourrait se former à l'intérieur des grains une sorte d'empois compacte qui deviendrait dur et comme corné en se desséchant; cette matière amylacée compacte serait très-difficile à dissoudre et à saccharifier, car elle offrirait une forte cohésion et peu de surface à l'action de l'eau et de la diastase, outre que ce dernier agent pourrait avoir subi une altération par la température voisine de 100°. On a remarqué, d'ailleurs, qu'en prolongeant la durée de la dessiccation du malt à la température de 40 à 45° on prépare mieux la saccharification. Sur les anciennes tourailles, il faut environ 1,200 kilog. de coke pour effectuer la dessiccation de 100 hectolitres de malt contenant, en moyenne, 2,500 kilog. d'eau; les tourailles à deux étages n'exigent que 1,000 kilog. et les étuves à quatre étages de plans inclinés (ou châssis tendus de toiles métalliques), seulement 900 kilog. pour la même quantité d'orge germée.

On peut substituer aux foyers à combustion de houille sèche ou coke un calorifère dans lequel on brûle des combustibles quelconques, puisque *l'air brûlé* ou la fumée se rend dans la cheminée au lieu de traverser l'orge humide; celle-ci se trouve desséchée par le courant d'air qui s'est échauffé au contact des parois en briques et en fonte du calorifère.

On peut enfin remplacer avec avantage les calorifères ordinaires, dans cette application, par trois ou quatre rangées horizontales de tubes en cuivre ou en fonte, de 20 à 25 cen-

timètres de diamètre, dans lesquels circule la vapeur d'eau ayant servi déjà à produire la force mécanique; l'air atmosphérique s'échauffe en traversant ces sortes de grilles tubulaires horizontales, et l'on parvient très-facilement à régler la température, soit par le robinet qui donne accès à la vapeur dans plusieurs appareils de ce genre, soit par les registres qui ouvrent, diminuent ou ferment à volonté le passage à l'air au bas de l'étuve. Ces dernières dispositions permettent d'éviter l'introduction accidentelle de courants gazeux surchauffés qui, après avoir traversé le combustible incandescent, atteignent trop directement l'orge humide et y produisent les altérations indiquées ci-dessus.

Aussitôt après la dessiccation et pendant que les radicelles sont encore friables, on soumet l'orge germée au criblage dans un tarare à brosses et ventilateur, afin de séparer ces radicelles. Si l'on différait cette opération, les radicelles, reprenant bientôt de l'humidité, deviendraient souples et ne se briseraient plus.

On désigne sous le nom de *touraillons* les déchets séparés de l'orge formés presque totalement des radicelles et qui ne contiennent pas de principe utile à la saccharification ni à la formation de l'alcool; les matières azotées et minérales qu'ils recèlent peuvent être utilisées en les employant comme engrais, soit directement, soit après les avoir fait servir de litière ou d'excipient des urines dans les écuries ou les étables.

L'orge germée, séchée, débarrassée des radicelles, a perdu 1° l'eau qu'elle contenait à l'état normal (12 à 15 centièmes); 2° la matière organique transformée, pendant la germination, soit en acide carbonique, etc., soit dans les tissus développés sous forme de radicelles entraînant un peu de matière minérale; la diminution de poids due à ces différentes causes s'élève à 25 centièmes environ; on obtient donc, en général, pour 100 parties en poids d'orge employée, 75 de malt susceptible de saccharifier cinq à dix fois son poids de fécule ou de farine d'orge ou de riz. Le malt, maintenu sec, à l'abri des altérations, conserve, pendant une et même plusieurs années, ses propriétés actives; cependant quelques causes ina-

perçues de fermentation peuvent s'y introduire, altérer la diastase et amoindrir beaucoup son énergie. On a donc intérêt à éviter de préparer d'avance de trop forts approvisionnements de malt. On conserve plus facilement l'orge germée en grains entiers; il est donc convenable de ne la moudre ou réduire en farine grossière qu'au moment de la livrer ou d'en faire usage.

La préparation de ce produit forme en Angleterre une industrie spéciale exercée par les *malters*. Lorsqu'on achète le malt, il est toujours prudent de s'assurer, par un essai de saccharification de fécule ou d'amidon dans les conditions favorables indiquées plus loin, qu'il a conservé son pouvoir utile.

EXTRACTION DE LA FÉCULE DE POMMES DE TERRE.

Dans certaines circonstances locales de production abondante des tubercules féculents, il peut être avantageux d'extraire la fécule en vue d'obtenir ainsi un produit d'une longue et facile conservation se prêtant aux spéculations d'approvisionnements et d'exportation ; plusieurs de ces circonstances se sont réalisées déjà en France, d'autres occasions pourront se rencontrer en raison des facilités plus grandes offertes de nos jours aux échanges internationaux; enfin il importe d'autant plus de faire connaître les procédés d'extraction de la fécule, qu'ils s'appliquent, avec un égal succès et à l'aide des mêmes ustensiles, aux pommes de terre et aux divers autres tubercules féculents de manioc, d'igname, d'arum, etc., et même, sauf de légères modifications, à certains fruits ou graines tels que les marrons d'Inde et les fèves.

Voici comment on opère :

1° *Lavage*. — Les tubercules sont soumis à un lavage dans un laveur mécanique, pl. 1re, fig. 1 et 2; c'est un cylindre à claire-voie A, B, formé de tringles en fer adaptées à vis ou rivets sur quatre cercles portés, chacun, par un croisillon fixé sur l'arbre. Le cylindre a 0m,85 à 1m,00 de diamètre et 2m,50 à 3m,00 de long; il plonge à demi dans l'eau d'une

caisse en bois ou tôle, et tourne avec son axe incliné de $0^m,10$ à $0^m,12$, et avec une vitesse de quinze tours par minute. Les tubercules versés dans la trémie C roulent les uns sur les autres et se nettoient en laissant écouler dans l'eau et passer entre les tringles le sable, la terre et les petits cailloux détachés de leur superficie. Les fig. 3 et 4 montrent les détails des portes H de la caisse du laveur mécanique. Suivant une direction en hélice, ces tubercules cheminent vers l'autre bout du cylindre où, rencontrant une grille E entre l'axe et les parois, contournée en vis, ils sont relevés par-dessus le bord à l'extrémité de la caisse, et rejetés, au dehors, sur un plan incliné I qui les dirige vers la râpe.

Ce plan incliné, formé d'une grille qui laisse égoutter l'eau entraînée, peut se terminer par une table en bois peu inclinée, doublée d'une plaque en zinc, afin que les cailloux ou autres corps durs produisent, en tombant pêle-mêle avec les tubercules, un son assez fort qui avertit de leur présence et permet de les enlever au passage et de prévenir les dommages qu'ils occasionneraient dans la denture de la râpe (1).

2° *Râpage.* — Les tubercules lavés doivent être divisés en pulpe de façon à ce que la plus grande partie des cellules féculifères de leur tissu soient déchirées et laissent sortir les grains de fécule qu'elles renferment; on parvient à ce résultat à l'aide d'une râpe, fig. 1 et 2, pl. 2, dont le cylindre, fig. 2, *a b c*, ayant $0^m,60$ de diamètre et $0^m,33$ à $0^m,40$ de large, formé d'un bâti en fonte, est porté sur un axe horizontal; des lames en fer ou acier, dentées comme une scie, y sont maintenues écartées de 2 centimètres seulement par des liteaux en fer. Ce cylindre, ainsi hérissé de pointes, est à volonté, au moyen de poulies *a'*, *a''* et courroies en cuir,

(1) On a récemment employé avec succès un moyen simple d'alimentation continue de la râpe; il consiste à recevoir dans une auge demi-cylindrique horizontale les tubercules, qui sont continuellement poussés vers la râpe, par-dessus les bords, à l'aide de bras disposés en hélice sur un arbre tournant : les pierres et morceaux de fer plus lourds restent au fond de l'auge.

animé d'un mouvement de rotation avec une vitesse de six cents à huit cents tours par minute. Les tubercules versés dans la trémie *e f*, fig. 1, de la râpe se trouvent pressés, par un volet mobile *f* à contre-poids *j*, contre la surface armée de dents du cylindre. Une pédale ou bien une grande poignée *g* permet d'écarter à volonté le volet, lorsqu'on s'aperçoit, au bruit de la râpe, que, malgré les précautions indiquées ci-dessus, un caillou ou un morceau de fer s'est introduit avec les tubercules. Dès que le volet se trouve écarté du bas, la trémie se vide, et le corps dur tombe avec les tubercules.

Pendant le râpage on fait couler constamment un filet d'eau sur le cylindre, afin de dégager la denture de la pulpe qui autrement resterait adhérente à la superficie.

Tamisage. — La pulpe tombe dans un récipient sous la râpe; afin d'en extraire la fécule, il faut faire passer celle-ci, à l'aide de l'eau, au travers d'un tamis assez fin pour retenir le tissu déchiré des tubercules; un des meilleurs systèmes de ce genre, construit par M. Huck, porte sur un seul bâti quatre tamis accompagnés d'une deuxième râpe qui divise les fragments de tubercules échappés à la première râpe.

Cet appareil mécanique permet de râper les tubercules, de tamiser et d'épurer la fécule d'une manière continue. La fig. 1, pl. 3, montre les dispositions que nous allons décrire, en même temps que les opérations qui s'y succèdent.

Du récipient B B sous la râpe, la pulpe est continuellement puisée par une pompe B B' qui la monte dans une petite trémie, en avant du premier tamis cylindrique garni de toile métallique du n° 25. Ce tamis D, D', D'' est composé de trois tronçons de cylindres d'inégal diamètre, afin que la pulpe change de direction en les parcourant.

Un cylindre concentrique autour de l'axe et perforé de trous verse sur la pulpe l'eau venant d'un réservoir supérieur par le tube *a*; la pulpe, en partie tamisée, arrive dans la portion cylindrique ou tambour d'un plus grand diamètre D'; cette portion, formée d'une enveloppe continue, n'étant pas

perméable, l'eau s'y accumule, favorise le délayage de la pulpe, et le mélange d'eau et de pulpe passe ensuite dans la portion de tamis cylindrique D'', où elle reçoit une deuxième pluie d'eau arrivant par le tube *a'* du réservoir supérieur. La pulpe, durant son parcours, que détermine le mouvement de rotation (vingt-deux tours par minute) du cylindre, est agitée dans les trois parties successives, savoir : dans les deux tamis D et D'' par deux agitateurs à brosses dessinés sur la figure, et dans le tambour D' par un agitateur formé de trois tiges de fer, en T.

Ces trois agitateurs, fixés sur l'arbre ou axe qui est mû par la poulie à courroie, tournent, ainsi que les brosses, avec une vitesse de trente-cinq tours par minute en sens contraire du tamis D, D', D'', ce dernier étant mû par une roue d'engrenage fixée au bout d'un deuxième tamis *o o* qui reçoit le mouvement transmis par une courroie à la poulie *s*, au bout de l'axe de ce cylindre.

La pulpe, après avoir subi les lavages dans les trois parties du premier tamis cylindrique, tombe à l'extrémité dans un caniveau qui la dirige vers la trémie F d'une deuxième râpe à denture plus fine que la première, semblable d'ailleurs, et tournant avec la même vitesse (1). De nouvelles cellules du tissu étant ainsi déchirées, la fécule peut s'en échapper ; on l'extrait par le tamisage que favorise une injection d'eau dans le deuxième tamis cylindrique G G, garni de toile métallique, du n° 30. La pulpe épuisée de fécule tombe au bout de ce tamis dans une auge G', d'où une vis d'Archimède ou une chaîne à godets l'emporte dans un atelier voisin.

Le liquide, tamisé avec la fécule au travers des toiles des premiers tamis D, D', D'' et G G, s'écoule par les récepteurs

(1) On a dernièrement remplacé avec avantage, dans plusieurs féculeries, cette seconde râpe par une paire de cylindres écraseurs et déchiqueteurs ; ces deux cylindres, tournant en sens contraire avec des vitesses différentes, l'un de 2/3 de tour, l'autre de 1 tour par seconde, déchirent les cellules plus complétement encore que la râpe usuelle. Cette disposition a été adoptée sur le conseil de M. de Caillas, qui l'avait appliquée avec succès à l'écrasage de la pulpe des marrons d'Inde.

inclinés E E E'' E', les caniveaux et le tube à la suite dans un premier tamis épurateur K, L ; le liquide chargé de fécule, qui passe au travers de ce tamis épurateur, coule dans le récepteur *j j* sous ce tamis, puis par le tube au bout, dans le réservoir inférieur M, où une pompe aspirante et foulante le puise continuellement pour le remonter dans un quatrième tamis cylindrique épurateur *o o* garni d'une toile métallique plus fine (du n° 60), qui retient encore des portions de pulpe échappées aux tamisages précédents.

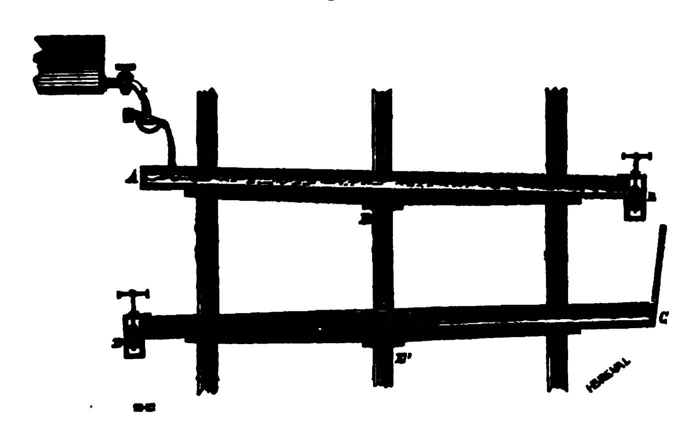
Après cette dernière épuration, la fécule, en suspension dans le liquide, peut en être facilement séparée en la laissant déposer dans des cuves où elle se précipite à peu près complétement en trois ou quatre heures (1).

La fécule peut être recueillie plus vite, plus facilement encore et d'une manière continue, en faisant couler le liquide sur des plans à rebords et très-légèrement inclinés (1 millimètre par mètre); la fécule extraite de 200 hectolitres de pulpe par jour pourrait être extraite du liquide qui la tient en suspension (environ 900 hect.) en faisant couler celui-ci sur un plan incliné ayant une longueur totale de 80 mètres et une largeur de $1^m,10$, bordé, sur chaque côté, d'une planche de $0^m,20$ de haut; mais on rend l'installation plus facile en divisant cette longueur en deux ou trois plans inclinés, ayant chacun $26^m,66$ ou $20^m,00$, superposés comme le montre la fig. 16 ci-contre, terminés au bout de chaque pente par une vanne qui fixe à volonté et règle le niveau d'eau ; le liquide chargé de fécule est versé, par un robinet, dans un caniveau transversal à déversoir sur le haut du premier plan incliné A B. Ce liquide, en parcourant lentement la pente jusques au bout, dépose une grande partie de la fécule, et s'écoule par-dessus la vanne B, sur le deuxième plan incliné C D, où il

(1) En certaines circonstances, les tubercules altérés donnent une fécule attaquée elle-même ; se tenant plus longtemps en suspension par suite d'une fermentation légère, on facilite beaucoup le dépôt en ajoutant un 1/2 millième d'acide sulfureux qui arrête la fermentation. La fig. 2 montre les détails des deux pompes.

suit une pente semblable en sens inverse; il tombe sur le troisième plan, où il dépose encore un peu de fécule; le surplus, entraîné par le liquide avec diverses matières étraugères en suspension, se dépose dans deux ou plusieurs cuves de 1^{m},05

Fig. 16.



à 2^{m},00 de profondeur, enterrées sous le sol, et d'où le liquide privé de fécule se rend au dehors de la fabrique, d'abord dans deux citernes en maçonnerie qui retiennent encore un dépôt de fécule, puis dans des fossés creusés au milieu des champs à portée des cultures, afin de pouvoir appliquer ces eaux à l'irrigation des terres.

Le matin de chaque jour, on enlève à la pelle la fécule déposée sur le plan supérieur. La fécule sur le deuxième plan, se déposant en quantité moindre, n'en est enlevée que deux fois par semaine; on attend six ou sept jours pour retirer la fécule sur le plan inférieur.

La fécule recueillie de cette manière peut être employée directement pour être convertie en glucose; on l'emmagasine quelquefois tout humide dans des citernes en maçonnerie pour la saccharifier ultérieurement; enfin, lorsqu'on doit l'expédier loin de la féculerie, il faut la faire sécher, d'abord en l'étendant sur des châssis tendus de toiles à l'air, puis dans

une étuve à courant d'air chaud. La fécule humide, simplement égouttée sur une aire épaisse en plâtre, contient les 0,66 de son poids de fécule commerciale dite sèche, mais qui réellement retient encore 18 pour 100 d'eau ; voici le compte de revient approximatif de la fécule en ce moment :

Pommes de terre, 200 hect. = 13,000 k. à 5 fr. les 100 k. =	650 fr.	849 fr.
Emmagasinage, main-d'œuv. dans les silos et la fabrique.	75	
Direction, loyer et entretien.	35	
Combustible.	20	
Chevaux dans la fabrique, au manége et transports. .	37	
Combustible (1).	20	
Intérêts, emballages, frais imprévus.	12	
Produit : fécule, 2,210 kil. à 40 fr. les 100 kil. =	884 fr.	917 fr.
pulpe pressée, 4,400 kil. à 75 fr. .	33	
Bénéfice.		68 fr.

SACCHARIFICATION DE LA FÉCULE PAR L'ACIDE SULFURIQUE.

Dans cette transformation, la fécule composée, en la supposant sèche, de carbone 44,44, plus d'hydrogène et d'oxygène 55,56 dans les proportions qui constituent l'eau, se change d'abord en dextrine soluble, qui a la même composition élémentaire, puis elle s'unit à deux équivalents d'eau, et alors devient sucrée, susceptible de subir la fermentation, qui la change en alcool et en acide carbonique; voici en équivalents les résultats de la transformation en glucose :

Fécule supposée sèche ou dextrine.	Carbone. . .	12 éq. =	900	2025,50
	Hydrogène. .	10 éq. =	125,5	
	Oxygène. . .	10 éq. =	1,000	
et 2 éq. d'eau (ou 2 H O) combinés dans la saccharification.				225
forment la glucose (*supposée sèche*) obtenue.				2250,50

En sorte que, si l'on employait de la fécule entièrement desséchée, 2025,50 donneraient 2250,50 de glucose ou

(1) Si l'on étuve la fécule.

111,11 pour 100; mais on emploie ordinairement, soit la fécule *sèche* du commerce, qui contient 18 pour 100 ou quatre équivalents d'eau, soit la fécule *verte* contenant 45 pour 100 d'eau ou quinze équivalents.

Dans le premier cas, un équivalent de fécule 2025,5, plus quatre équivalents d'eau 450 = 2475,5, donnent 2250,5 de glucose ou 90,9 pour 100 (ou 135 de sirop à 32° pour 100 de fécule).

Dans le deuxième cas, un équivalent de fécule (2025,5), plus quinze équivalents d'eau (1687,5) = 3713 donnent 2250 de glucose ou 60,5 pour 100.

Ce sont là des produits théoriques que l'on ne peut obtenir en totalité, mais dont on approche d'autant plus que les opérations en grand sont mieux dirigées.

C'est dans cette vue que nous indiquerons d'abord les meilleures conditions à remplir.

Ces conditions favorables consistent à projeter la fécule par petites portions dans quatre à six fois son poids (1) d'eau acidulée (avec 2,5 d'acide sulfurique concentré pour 100 de fécule sèche), en ayant grand soin de maintenir constamment la température à 100° au moins, ou au degré d'ébullition du liquide pendant tout le temps de la saccharification et de n'ajouter une nouvelle quantité de fécule qu'après le temps nécessaire pour transformer la quantité précédente.

Voici comment on effectue en grand cette opération :

En supposant qu'on veuille traiter par jour dans une cuve 2,000 kilog. de fécule.

Cette cuve, close par un couvercle ou un fond supérieur devant contenir 125 à 130 hectolitres, sera construite avec des douves de 8 à 10 centimètres d'épaisseur, solidement cerclées en fer; son diamètre, au fond, pourra être de 2m,50, en haut de 2m,00, la hauteur totale étant de 3m,00.

Un plancher à hauteur d'appui facilitera le service, et un

(1) Suivant qu'on fait usage de fécule *sèche* ou de fécule délayée dans deux fois son poids d'eau.

trou d'homme dans le fond supérieur permettra d'y verser la fécule par portions.

Le chauffage se transmettant au moyen de la vapeur, un tuyau en plomb plongera jusques au fond, où il sera contourné autour des parois et percé, en bas seulement, dans cette partie courbe, d'un grand nombre de trous ou de fentes par lesquels la vapeur divisée en jets nombreux agitera constamment et chauffera le liquide (1).

On introduit d'abord dans la cuve 80 hectolitres d'eau; l'on y ajoute, après avoir mis l'eau en mouvement, 50 kilog. d'acide sulfurique versés assez lentement pour que le mélange s'effectue dans toute la masse (2).

Ouvrant alors le robinet qui amène la vapeur d'un générateur sous la pression de quatre à cinq atmosphères, on attend que la température de l'ébullition arrive pour commencer à verser la fécule.

Celle-ci est délayée dans deux fois son poids d'eau froide ou mieux tiède (à + 35 ou à 45°), par portions de 10 kilog. de fécule délayés avec 20 litres d'eau; après chaque projection de cette quantité, on attend deux ou trois minutes pour faire une addition semblable, suivant que l'ébullition est plus ou moins forte; en sept heures et demie à huit heures on a ainsi versé les 2,000 kilog. de fécule; on doit alors continuer l'introduction de la vapeur qui maintient le terme de l'ébullition jusques au moment où la saccharification est complète, il faut trente à soixante minutes; on s'en assure au bout de quarante minutes par exemple, en prenant, avec une baguette qu'on plonge dans la cuve, quelques gouttes de

(1) En raison de la profondeur de la cuve et de la densité graduellement accrue de la solution, la température s'élève de 3 ou 4 degrés au-dessus du degré d'ébullition de l'eau en vase plat. Cette surélévation de la température est très-favorable à la complète saccharification de la fécule.

(2) On pourrait réduire à 45 et même 40 kilogrammes la dose d'acide employée si l'on avait de l'acide sulfurique exempt de toute trace d'acide azotique ou hypoazotique, et pourvu encore que l'on observât avec le plus grand soin toutes les précautions indiquées ici.

liquide, et les faisant couler sur une assiette, puis ajoutant au liquide refroidi quelques gouttes d'une solution aqueuse alcoolisée d'iode; s'il restait encore de la fécule non transformée, l'iode produirait une coloration bleue-violette ou rouge, et il faudrait prolonger de dix ou quinze minutes l'ébullition, avant de faire un essai semblable. Lorsque l'iode ne produit plus aucune coloration, on procède à la saturation de l'acide par le carbonate de chaux; l'acide sulfurique, en se combinant à la chaux, déplace l'acide carbonique, qui se dégage aussitôt à l'état gazeux.

A cet effet, on arrête l'injection de la vapeur, et l'on projette peu à peu dans la cuve environ 50 kilogrammes de craie ou carbonate de chaux en poudre. On ne doit jeter qu'une petite quantité à la fois, 1 kilogramme par exemple, et attendre une minute que la plus grande partie du gaz acide carbonique soit dégagée, et même, afin d'éviter que vers la fin le dégagement, trop fort en raison de l'accumulation du carbonate en voie de décomposition, ne fasse boursoufler et déborder le liquide, il est prudent de suspendre la projection vers la moitié et les trois quarts, d'introduire quelques jets de vapeur qui mettent la masse en mouvement et hâtent le dégagement.

Lorsque les 50 kilogrammes de craie qui forment l'équivalent de l'acide sont ajoutés, on fait encore bouillir un instant; puis, fermant le robinet, on s'assure que le liquide ne rougit plus la teinte bleue du tournesol; s'il en était autrement, on ajouterait encore la quantité de craie nécessaire pour compléter la saturation.

On laisse alors reposer le liquide pendant dix ou douze heures; on peut hâter le dépôt du sulfate de chaux et le refroidissement en soutirant le mélange dans un bassin inférieur, profond de 1 mètre seulement. Lorsque le dépôt est effectué, le liquide clair, soutiré dans une ou deux cuves à fermentation, peut être étendu d'eau froide au degré convenable pour mettre *en levain*, comme nous l'indiquerons dans le chapitre suivant. Quant au dépôt de sulfate de chaux, on le délaye à

deux ou trois reprises avec cinq fois environ son volume d'eau, et les liquides, soutirés à clair, peuvent servir, au lieu d'eau, pour étendre la solution sucrée d'une opération suivante ou même pour délayer la fécule d'une autre saccharification.

SACCHARIFICATION DU RIZ ET DES GRAINS PAR L'ACIDE SULFURIQUE.

Cette opération offre plus de difficulté que celle qui a pour but de saccharifier la fécule; on le comprendra facilement, si l'on songe que, dans les fruits des céréales, l'amidon n'est pas libre, qu'il est enfermé dans des cellules au travers desquelles le liquide acide s'introduit difficilement, et le produit saccharifié sort avec plus de difficulté encore; aussi emploie-t-on, en général, une dose d'acide plus forte et prolonge-t-on davantage la durée de la réaction ; il en résulte la nécessité d'ajouter plus de craie à la saturation, et une plus abondante formation de sulfate de chaux qui donne des dépôts volumineux embarrassants. On peut parer à ce dernier obstacle en faisant usage d'acide chlorhydrique, dont on emploie une quantité double, et qui forme par la saturation avec la craie un composé soluble chlorure de calcium ne produisant aucun dépôt.

On diminuerait beaucoup et peut-être éviterait-on tous ces inconvénients, en soumettant les grains, préalablement trempés pendant huit ou dix heures dans l'eau, à un broyage sous des meules verticales comme dans un tordoir à graines oléagineuses (1); on les réduirait en une sorte de pulpe ou de bouillie dans laquelle la plupart des cellules seraient déchirées.

Un autre inconvénient inévitable de la saccharification des

(1) Ou mieux encore entre les cylindres déchiqueteurs imités des dispositions usuelles dans les fabriques de caoutchouc et de celles adoptées par M. de Caillas. (Voir la note page 109.)

grains par les acides, c'est que le résidu est perdu pour la nourriture des animaux.

Quoi qu'il en soit, voici dans quelles conditions économiques s'effectue cette saccharification en grand, d'abord lorsque l'on y emploie le riz.

Le riz entier, ou mieux réduit en farine, est mis douze heures d'avance à tremper dans deux fois son poids d'eau contenant 5 centièmes d'acide chlorhydrique ou 3 d'acide sulfurique; ce trempage peut se faire dans la cuve à saccharification.

Au bout de ce temps, on introduit la vapeur, que l'on fait barboter continuellement pendant douze heures au moins, ou quinze à seize heures, surtout lorsqu'on a employé l'acide chlorhydrique; on s'assure, d'ailleurs alors, que la saccharification est complète, soit par une solution d'iode qui ne doit plus colorer le liquide en violet, soit, et mieux encore, en déterminant la quantité de glucose formée.

Lorsque la saccharification est à son terme, on sature par la craie avec les précautions indiquées plus haut, puis on étend avec de l'eau froide, de façon à ce que le mélange contienne environ l'équivalent de 9 à 10 de riz pour 100 et que sa température se trouve abaissée à 22 ou 24° centésimaux; c'est le moment de mettre en levain, comme nous le dirons dans le chapitre suivant de la fermentation.

SACCHARIFICATION DE L'ORGE OU DU SEIGLE PAR L'ACIDE SULFURIQUE.

Cette opération peut se faire dans des conditions que nous venons d'indiquer relativement au riz; cependant il est préférable de laisser tremper ces grains plus longtemps, vingt-quatre heures, par exemple, en employant un peu moins d'acide sulfurique concentré, 2 1/2, ou 4 d'acide chlorhydrique pour 100 d'eau, et d'écraser les grains ainsi ramollis en les faisant passer entre deux cylindres placés au bas d'une trémie. La saccharification s'opère ensuite à l'aide du bar-

botage de la vapeur prolongé douze à seize heures; ensuite on sature et on l'étend d'eau froide dans les conditions précitées favorables à la mise en levain.

SACCHARIFICATION DU RIZ, DES GRAINS ET DES POMMES DE TERRE PAR LE MALT OU LA DIASTASE (1).

Le riz ou les grains que l'on veut saccharifier ainsi doivent être préalablement réduits en farine, comme le malt lui-même.

Voici comment on opère : dans une cuve munie d'un faux fond percé de trous comme une écumoire, on verse environ 6 à 7 hectolitres d'eau tiède (à la température de 50°); on ajoute ensuite 400 à 450 kilogrammes de malt (orge germée et moulue, voyez pages 99 à 106) qui s'imbibe d'eau graduellement, puis on introduit sous le faux fond, à l'aide d'un tube latéral adapté à la cuve entre les deux fonds, 36 hectolitres environ d'eau préalablement chauffée de 75 à 80° centésimaux, et l'on mélange le tout en labourant et agitant avec force au moyen de fourches ou *fourquets*, comme le font les brasseurs. Pendant cette opération, la diastase, principe actif développé durant la germination de l'orge, s'hydrate et se dissout dans le liquide; elle commence à réagir sur l'amidon du malt (modifié ou rendu plus facilement attaquable pendant la germination), qui se transforme par

(1) En raison de la cherté des grains, l'administration publique en France avait, l'année dernière, prohibé la distillation des pommes de terre et des céréales. Cette interdiction a depuis été levée relativement au riz qui peut nous être fourni en abondance par les importations des contrées étrangères; depuis lors on a autorisé le mélange de 25 centièmes d'orge avec le riz destiné à la distillation, mais on a mis à cette dernière tolérance la condition que la distillation serait opérée par des procédés qui permettraient d'utiliser les résidus pour la nourriture du bétail, et qu'en fait les résidus recevraient cette destination.

Cette mesure administrative laisse la faculté aux distillateurs de saccharifier le riz par les acides; mais, dans ce cas, l'addition de l'orge n'était pas autorisée.

degrés en dextrine et glucose; il reste dans le mélange un excès de diastase, celle-ci se trouve dans les conditions favorables pour la saccharification du riz ou de toute autre matière amylacée, pourvu que l'eau et la température du mélange puissent déterminer le gonflement ou la conversion en empois des granules amylacés.

C'est dans ce but que l'on ajoute alors peu à peu la farine de riz en agitant afin de la mélanger en faisant arriver sous le faux fond 40 hectolitres d'eau préalablement chauffée à 80°, de sorte que le mélange total atteigne la température de 70°. On parvient sans peine à faire hydrater le riz et convertir en empois son amidon, qui se dissout et se saccharifie par degrés sous l'influence de la diastase contenue dans l'orge germée. On abandonne la cuve couverte pendant deux à trois heures, et pour compléter la saccharification on introduit sous le faux fond 40 hectolitres d'eau à 50° en brassant le mélange, puis on laisse réagir pendant une heure et demie dans la cuve couverte.

Toute cette manipulation est rendue plus facile lorsque, disposant d'une force motrice, manége, cours d'eau ou machine à vapeur, on fait usage d'une cuve à brasser mécaniquement ou munie d'un agitateur mécanique; les fig. 1, 2 et 3, pl. 4, montrent l'ensemble et les détails d'une cuve de ce genre.

La cuve M est à double fond *y* percé de trous; un arbre A B, mû par une roue d'engrenage A, transmet le mouvement, par la roue d'engrenage B, à une semblable roue d'angle, à un arbre horizontal *c d*; celui-ci transmet le même mouvement rotatoire, par une roue *q*, à deux roues semblables *q* montées sur deux arbres courts dirigés suivant les rayons du cercle. Les trois arbres sont terminés par trois roues *r*, *r*, *r* engrenant sur le grand cercle denté fixé aux bords de la cuve; deux poulies *s*, *s*, roulant sur un cercle intérieur fixé à la cuve, soutiennent tout le bâti maintenu par les tiges et les traverses *x*, *x* sur un collier qui embrasse l'arbre A B. Ce bâti tourne donc autour de la cuve, empor-

tant avec lui un autre bâti descendant dans la cuve et maintenant les deux arbres horizontaux qui reçoivent de l'arbre supérieur, par une roue dentée *i*, le mouvement transmis à leurs roues semblables *j*, *k*. L'arbre inférieur *g h* porte trois agitateurs *l*, *n*, *p* (dont un seul est dessiné en *l* et les détails fig. 3); l'arbre au-dessus *e f* porte trois agitateurs semblables *m* adaptés à un angle droit. Ce sont ces six agitateurs mus par les deux arbres horizontaux *e f* et *g h*, qui brassent tout le mélange contenu dans la cuve en se transportant avec le bâti supérieur autour de l'arbre supérieur A B.

Quel que soit le mode, manuel ou mécanique, de brassage employé, le produit saccharifié contenant la portion non dissoute (tissu végétal formé principalement de cellulose, matières azotées grasses et salines insolubles ou peu solubles, phosphates de magnésie et de chaux, silice, etc.) peut être traité de deux manières différentes, suivant que l'on se propose de distiller le mélange pâteux ou le liquide tiré au clair.

Dans le premier cas, on fait écouler le tout, sans en rien séparer, dans la cuve à fermentation disposée comme nous l'expliquerons plus loin; on y ajoute 50 à 60 hectolitres d'eau froide, afin d'abaisser la température à 22 ou 24° qui convient pour la mise en levain; il faut, en été surtout, interposer entre la cuve à brasser et la cuve à fermentation un tube réfrigérant (à double enveloppe) pour obtenir assez promptement cet abaissement de température pendant le passage de la matière d'une cuve à l'autre.

Dans le deuxième cas, on soutire, par un robinet placé entre les deux fonds, tout le liquide clair, que l'on dirige vers la cuve à fermentation; on fait ensuite arriver, entre les deux fonds, de l'eau froide, 60 hectolitres à deux reprises, en ayant le soin, à chaque addition d'eau, de délayer le marc, de laisser déposer, puis de soutirer le liquide de façon à réunir le tout à la première portion soutirée. C'est alors le liquide exclusivement que l'on met en levain, tandis que le marc épuisé reste dans la cuve à brasser; on l'en tire pour le

réunir aux rations alimentaires des animaux des races bovine, ovine et porcine. Dans ce cas, une partie de l'amidon reste dans le marc sans avoir éprouvé la saccharification. La réaction utile aurait pu s'achever pendant la fermentation; aussi préfère-t-on, en général, faire agir celle-ci sur la matière pâteuse.

On peut saccharifier plus complétement le riz pulvérisé ainsi que d'autres farines de céréales en convertissant, au préalable, leur amidon en empois; à cet effet, on délaye dans une cuve à double fond troué 1,600 kilog. de farine de riz avec 180 hectolitres d'eau chaude à 60°. Ce délayage ou brassage se fait à bras d'homme sans occasionner beaucoup de fatigue, en raison du grand volume d'eau employée; lorsque le délayage est complet, on chauffe le mélange par une injection directe de vapeur jusques à la température de 65 à 70° centésimaux, que l'on soutient pendant une heure; on cesse l'injection de vapeur et l'on ajoute, à l'espèce de bouillie obtenue ainsi, 400 kilog. de malt en poudre, que l'on répartit le plus également possible dans toute la masse à l'aide d'un râble à mouveron; puis on laisse en repos la fluidification et la saccharification s'opérer durant trois heures.

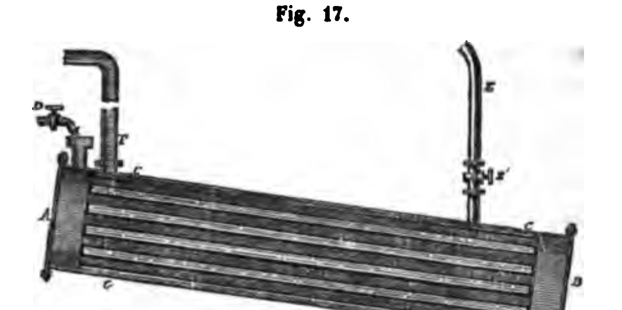
On peut ensuite faire couler directement dans la cuve à fermentation tout le mélange, ou soutirer seulement le liquide clair comme nous l'avons indiqué plus haut.

Ce procédé de délayage et de saccharification est plus simple et d'un succès plus assuré que les autres modes d'opérer; il n'offre d'autre inconvénient que la nécessité d'attendre le refroidissement du produit jusques à la température de 22 à 25°; mais on abrégerait la durée de ce refroidissement et l'on éviterait la déperdition de chaleur qui en résulte en faisant passer le liquide soutiré dans un réfrigérant tubulaire à enveloppe d'eau disposé comme l'indique la fig. 17 ci-après.

Un gros tuyau A B, ayant, par exemple, 1 mètre de diamètre, 5 à 6 mètres de longueur, contiendrait fixés entre

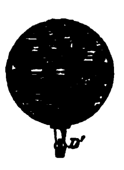
deux fonds vingt-quatre ou trente tubes de 6 à 8 centimètres

Fig. 17.



de diamètre (fig. 18), autour desquels circulerait librement de l'eau froide amenée à volonté d'un réservoir supérieur

Fig. 18.



par un tube E en ouvrant un robinet E'; cette eau, en circulant ainsi pour sortir par un tube F conduisant à un réservoir ou une chaudière, s'échaufferait au contact des tubes dans lesquels le liquide sacré amené par les robinets D s'écoulerait en D' pour se rendre, par un caniveau G, dans la cuve à fermentation.

On comprendra sans peine que, par suite de l'échange de chaleur entre le liquide sucré chaud et l'eau froide, celle-ci arriverait échauffée et convenablement préparée de cette manière pour une opération suivante de saccharification

semblable, les deux fonds A et B du réfrigérant pouvant être facilement démontés pour les nettoyages.

S'il s'agissait de matières pâteuses, on pourrait disposer l'appareil verticalement afin de faciliter l'écoulement dans les tubes; en tout cas, un seul réfrigérant pourrait servir à plusieurs opérations successives.

SACCHARIFICATION DE LA FÉCULE.

Le même moyen de saccharification s'applique à la fécule de pommes de terre, et il suffit d'élever la température du mélange de 1,000 kilog. de fécule avec 130 hectolitres d'eau à 70° centésimaux pour former l'empois en quelques minutes; d'ajouter alors, sans chauffer davantage, 15 pour 100 de malt en poudre, de mélanger bien complétement, et de laisser la saccharification s'effectuer spontanément pendant trois heures; on refroidit alors, comme nous venons de le dire, à 22° ou 23° centésimaux.

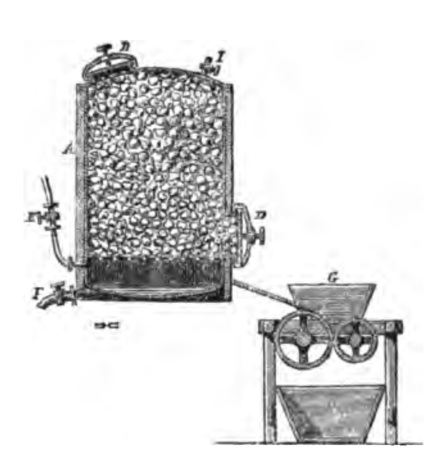
SACCHARIFICATION DES POMMES DE TERRE.

C'est après les avoir soumis à la coction par la vapeur ou l'eau bouillante, puis réduits en bouillie, que l'on parvient à saccharifier les tubercules de pommes de terre; mais comme la fécule, qui doit éprouver la transformation en glucose, se trouve, après la cuisson, renfermée dans les cellules simplement gonflées en sphérules, disloquées et remplies de l'empois consistant que forment alors les nombreux grains de fécule amylacée hydratés et soudés ensemble, on conçoit aisément que c'est au travers des parois de chaque cellule que la solution de diastase fournie par l'orge germée doit réagir, qu'en conséquence cette réaction soit beaucoup plus lente que si la fécule était à nu et formait un empois plus léger; il faut donc réunir avec le plus grand soin les autres conditions favorables, lorsque l'on soumet directement les pommes

de terre à la saccharification par le malt, afin de parvenir à une transformation aussi avancée que possible. Voici comment on opère :

Les tubercules sont d'abord nettoyés au moyen du laveur mécanique comme pour l'extraction de la fécule ; on les place ensuite dans un cuvier clos ou un cylindre en tôle doublée de bois, fig. 19 ci-contre, muni d'un trou d'homme B

Fig. 19.



par lequel on introduit les pommes de terre qui tombent sur un faux fond CC percé de trous.

Un second trou d'homme D, au bas du cylindre, fermant également à l'aide d'un obturateur, d'un étrier et d'une vis de pression, sert à retirer les tubercules (1).

On introduit la vapeur sans autre pression que celle de l'atmosphère, ou très-peu supérieure, en ouvrant le robinet E. Un petit robinet I, sur le couvercle, permet de laisser échap-

(1) Lorsqu'on se sert d'un cuvier en bois, les deux trous d'homme sont clos à l'aide d'une porte à coulisse. Dans quelques exploitations rurales on fait simplement usage de tonneaux ou de cuviers à fond percé de trous et posés sur la chaudière qui fournit la vapeur.

per l'air; la cuisson s'effectue en une heure ou une heure un quart, suivant le volume de pommes de terre. Lorsque la cuisson est complète, on ferme le robinet de vapeur E, on ouvre le robinet à air I', puis on laisse écouler l'eau de condensation en ouvrant le robinet F.

Il importe beaucoup d'atteindre et de ne pas dépasser le terme convenable : en effet, une cuisson incomplète laissant une partie du tissu résistant non disloquée, on ne pourrait le diviser, et la fécule y resterait inerte; si, au contraire, le point convenable était dépassé, l'excès de cuisson ou la température prolongée déterminerait l'exsudation d'une partie de la substance féculente au travers des parois des cellules disloquées; celles-ci présentant dès lors une superficie gluante s'agglutineraient, et la masse, devenue pâteuse et cohérente, serait très-difficile à diviser et délayer ultérieurement.

Il n'est pas moins important d'éviter que les tubercules cuits refroidissent, car la matière amylacée, même en faible proportion, à la surface des cellules, ferait adhérer celles-ci entre elles en se coagulant et donnerait une assez forte cohésion à toute la masse pour rendre très-difficile sa division ultérieure.

C'est donc au moment où les tubercules sont devenus friables jusqu'au centre qu'il faut se hâter de les écraser et de délayer leur pulpe en bouillie.

A cet effet, on ouvre le trou d'homme D, puis on fait sortir les pommes de terre, elles roulent sur le plan incliné; on a soin de les écraser au fur et à mesure de leur arrivée dans la trémie G d'un moulin à deux cylindres en fonte ou en bois doublé de tôle. On peut faciliter l'écrasage en faisant couler un filet d'eau bouillante qui nettoie la surface des cylindres, aidant ainsi l'action de deux racloirs en tôle, qui font retomber continuellement la pulpe adhérente. Les deux cylindres, tournant en sens contraire avec une vitesse inégale, produisent à la fois une action d'écrasage et de râpage qui hâte la division.

La bouillie ainsi obtenue est dirigée immédiatement dans

un cuvier où l'on complète la dose d'eau chaude qui, en somme, doit doubler au moins le volume des tubercules, de façon à représenter pour une partie de matière sèche dix parties d'eau, la température de la bouillie étant d'environ 70°; on y ajoute pour 100 de tubercules employés 6 de malt en poudre, délayé dans trois fois son poids d'eau chauffée à 70°. Ce mélange est abandonné dans une cuve couverte pendant trois heures en agitant de temps à autre; on y ajoute alors moitié de son volume d'eau froide, et l'on agite afin de hâter le refroidissement à 20 ou 22°, pour mettre plus tôt en levain.

A la méthode généralement suivie que nous venons d'exposer, on commence à substituer le râpage des tubercules crus, comme s'il s'agissait d'en extraire la fécule; la pulpe est alors délayée dans moitié de son poids d'eau bouillante, on y fait passer de la vapeur pendant 30 à 45 minutes pour achever la cuisson, et l'on peut aussitôt ajouter le malt en poudre délayé dans l'eau froide, moitié environ du poids des tubercules; le mélange, fortement agité ou brassé, est abandonné, pendant trois ou quatre heures, aux réactions spontanées qui transforment partiellement la substance amylacée en dextrine et glucose.

THÉORIE DE LA FERMENTATION ALCOOLIQUE.

De la distillation et de la rectification.

En présence de l'eau, d'un ferment particulier et sous l'influence d'une température convenable (de 15 à 25° centésimaux), les matières sucrées fermentescibles (glucose ou sucre de raisin, sucre de fruit, sucre de canne de betterave, miels, sucre de lait ou lactose, etc.) peuvent éprouver des modifications qui les transforment directement ou indirectement en alcool liquide et en acide carbonique gazeux.

Tous les jus sucrés des fruits, tiges, racines ou rhizomes qui renferment ces matières contiennent, en outre, les prin-

cipes nutritifs des ferments; ceux-ci commencent à se développer aussitôt que les tissus végétaux déchirés exposent ces jus à l'action de l'air libre.

Les ferments développés ainsi peuvent être de plusieurs natures et dominer tour à tour. Les uns déterminent plus particulièrement la transformation du sucre en alcool et acide carbonique : on les nomme *ferments alcooliques* (levûre de bière, première lie du vin, etc.); ce sont ceux que les distillateurs ont intérêt à se procurer et à faire réagir dans les meilleures conditions possibles. Les autres, en agissant sur la matière sucrée, directement ou indirectement, donnent lieu aux *fermentations acides* (produisant l'acide acétique, l'acide lactique, etc.); les autres déterminent une *fermentation visqueuse*; d'autres enfin amènent une *fermentation putride*. Ce sont ces trois dernières sortes de fermentation que le distillateur a le plus grand intérêt à éviter : il y parvient en faisant dominer le ferment alcoolique et réunissant les conditions de température, 16 à 25°, et les proportions d'eau les plus favorables à son action spéciale sur les matières sucrées.

On ne connaît guère qu'un seul ferment qui soit d'un usage général chez les distillateurs; ils le préparent eux-mêmes ou se le procurent par la voie du commerce. Ce ferment, désigné sous le nom de *levûre de bière*, présente, par sa structure et sa composition immédiate, dans les circonstances de sa formation ou de son développement, des particularités très-dignes de l'attention sérieuse des distillateurs; nous les exposerons ici avant de décrire la théorie et les phénomènes de la fermentation.

Levûre de bière.

Ainsi que son nom l'indique, ce produit dérive de la fabrication de la bière : nous insistons d'abord sur sa nature, sa composition intime, son mode de reproduction, parce que ces notions seules permettent de comprendre très-bien com-

ment, tout en agissant sur un même sucre pour le transformer en alcool, la levûre peut tantôt se reproduire en quantités considérables, quintuples et au delà de la dose employée, tantôt s'anéantir presque complétement.

La levûre de bière (analogue aux ferments formés pendant la fermentation des moûts de raisins et de plusieurs autres fruits) est considérée, depuis les curieuses observations de Cagniard-Latour, comme un amas de petits végétaux microscopiques dont la structure est très-simple : chacun d'eux se compose d'un globule ovoïde qui, par degrés, acquiert le diamètre d'un centième de millimètre; c'est un végétal réduit à une seule cellule et formé d'une double enveloppe arrondie, renfermant des granules et différentes substances organiques, azotées, non azotées, grasses, et plusieurs sels minéraux.

Voici la composition immédiate de la levûre que j'ai déterminée par l'analyse :

Matières azotées renfermant des traces de soufre. . . .	62,7
Cellulose et autres substances congénères non azotées.	29,4
Substances grasses.	2,1
Matières minérales, sels calcaires et alcalins, comprenant des phosphates de magnésie, de chaux et silice.	5,8
	100

Il est très-facile d'expliquer que la levûre puisse végéter, se reproduire et se multiplier, par une sorte de bourgeonnement de très-minimes globules qui se développent sur les globules primitifs, sous la condition essentielle que le liquide renferme les éléments de cette reproduction ou les aliments de cette sorte de végétation rudimentaire, tandis que, dans les liquides sucrés ne contenant pas ou renfermant trop peu de substances azotées, grasses et salines indispensables à la constitution de la levûre, celle-ci puisse réagir, mais non se multiplier.

C'est ainsi que dans les solutions purement sucrées de glucose (sucre et sirop de fécule), de sucre de canne, de mé-

lasses la levûre en proportion suffisante excite une fermentation active, mais ne se reproduit pas; elle meurt et laisse un résidu inerte.

Dans les moûts d'orge germée, au contraire, la levûre trouvant en abondance, outre la dextrine, l'amidon et le sucre congénères de la cellulose formant ses enveloppes, les substances azotées, grasses et minérales qui peuvent s'assimiler à sa propre constitution, elle peut se multiplier au point qu'on recueille, après la fermentation, de cinq à sept fois plus de levûre active que l'on n'en a employé lors de la mise en levain.

Toutes choses égales d'ailleurs, la levûre tenue en suspension ou surnageant à la superficie du liquide qui fermente est la plus active et celle qui se reproduit le mieux; tandis que la levûre précipitée au fond du liquide, se trouvant là sous l'influence d'une température plus basse, se présente, vue sous le microscope, en granules isolés, peu actifs.

Il est important de constater ces faits, ils démontrent les avantages des procédés de fermentation qui utilisent la levûre en suspension ou venue à la superficie, sur les procédés recommandés par d'autres auteurs, qui font usage des dépôts de levûre dits *fonds* ou *pieds de cuve* (1).

Les acides faibles ou en faibles proportions concourent à rendre les fermentations plus actives, tandis que les bases qui communiquent aux liquides une réaction alcaline entravent ou arrêtent la fermentation ; aussi doit-on toujours saturer,

(1) Toutes ces notions sur la levûre de bière, textuellement reproduites de la précédente édition, étaient signalées à l'attention des savants et des manufacturiers dans la série des Mémoires que j'ai présentés, de 1834 à 1840, à l'Académie des sciences, où les corps doués de la vie dans les plantes étaient, pour la première fois, considérés comme ayant une composition très-rapprochée de celle des animaux. Depuis lors, les belles recherches de M. Pasteur ont démontré, en outre, que le ferment alcoolique peut se nourrir même en empruntant ses composants azotés aux sels ammoniacaux, sa matière grasse et la cellulose qui l'enveloppe aux matières sucrées, ses phosphates, etc., et aux sels congénères mis en sa présence dans le liquide. (Voir les tomes VIII et IX des *Savants étrangers* et les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* en 1860.)

avec un léger excès d'acide, les solutions de mélasses alcalines provenant de l'égouttage du sucre brut de dernière cristallisation des sirops de betteraves.

C'est ainsi que l'on active également la fermentation du jus des betteraves, en y ajoutant 2 millièmes d'acide sulfurique, tandis que le jus, naturellement acide, du raisin fermente très-activement sans une addition semblable et même sans aucune addition ; en effet, le jus du raisin contient les principes nutritifs du ferment prêt à se développer rapidement, sous la seule condition qu'il aura un instant le contact de l'air et sera maintenu à la température de 18° à 25°.

Une expérience très-simple prouve ce fait important : si l'on introduit une grappe de raisin sous une cloche remplie de mercure et plongeant dans un bain de ce métal liquide, que l'on déplace le peu d'air adhérent par du gaz acide carbonique expulsé immédiatement, qu'alors la cloche étant debout, pleine de mercure, le raisin spontanément élevé à la partie supérieure, on écrase les grains à l'aide d'une baguette en verre, le jus resté au sommet de la cloche ne manifestera aucun changement pendant vingt-quatre heures et au delà ; mais, si l'on introduit sous la cloche quelques bulles d'air ou d'oxygène, bientôt on verra les signes d'une fermentation active se manifester par le dégagement de nombreuses bulles de gaz (acide carbonique), l'augmentation du volume de gaz ne cessera qu'au bout de plusieurs jours, et en ce moment le jus de raisin ne contiendra plus de sucre ; celui-ci sera remplacé par de l'alcool : ainsi donc, le contact de l'air ou de l'oxygène en faible quantité est indispensable pour déterminer le développement du principe actif du ferment (1).

Conservation de la levûre.

La levûre de bière, soumise, en couche mince, à une des-

(1) Suivant M. Pasteur, ce serait dans l'air, ou déposées sur le mercure, que se rencontreraient les séminules du ferment qui se développe dans ce cas

siccation rapide par un courant d'air froid ou mieux encore dans le vide, se trouve dans le cas de certaines graines (celles des céréales, par exemple), dans lesquelles on peut suspendre la vie végétative lorsque, ayant commencé à germer, on les fait dessécher à froid ; il suffit ensuite de les humecter au point convenable pour que la végétation reprenne son cours. De même, la levûre sèche peut reprendre ses facultés, de déterminer la fermentation alcoolique et de se reproduire sous l'influence d'un liquide sucré contenant, d'ailleurs, les principes utiles à sa constitution.

La levûre desséchée a généralement perdu une partie de son énergie primitive, et jusqu'à ce jour on a fait de vains efforts pour les lui conserver intégralement; toutefois la conservation économique de la levûre, de façon à la transporter aux colonies et dans d'autres localités où cet agent de fermentation ferait défaut, ne semble pas un problème impossible à résoudre (1).

Peut-être obtiendrait-on économiquement la levûre à l'aide des opérations analogues à celles des brasseurs, et dans ce cas il suffirait de se procurer de l'orge germée ou de préparer dans ces localités le malt par les procédés indiqués plus haut.

Qualités de la levûre.

La meilleure levûre que l'on ait pu se procurer jusqu'ici est celle qui, dans les brasseries, vient surnager, durant la deuxième fermentation, les moûts houblonnés, en une écume épaisse qui sort par la bonde des barils en chantier ou des cuves debout, closes et laissant une ouverture pour le dégorgement ; cette levûre, réunie dans un caniveau au-dessous

(1) Je suis parvenu à des résultats assez bons soit en étendant en couche mince la levûre fraîche fluide des brasseurs sur une *aire* de dalles épaisses en plâtre qui absorbe rapidement l'excès d'eau, soit en malaxant la levûre récente pressée, avec de la fécule très-sèche qui absorbe plus promptement encore l'humidité, donne un mélange pulvérulent dont on achève la dessiccation dans un courant d'air à 35 ou 40 degrés centésimaux.

d'une double rangée de barils ou de dégorgeoirs des cuves-guilloires, offre la consistance d'une bouillie demi-fluide. On n'en devrait pas employer d'autre, si l'on se trouvait à portée d'une brasserie ; mais ce n'est pas, tant s'en faut, le cas le plus général : les brasseurs, afin de diminuer le volume et de faciliter le transport et la conservation de cette levûre, la soumettent, dans des sacs en toile, à une pression graduée qui élimine la plus grande partie du liquide et retient les globules constituant ce ferment remarquable.

Ils obtiennent ainsi la levûre sous forme d'une masse compacte, facile à rompre en fragments, d'une teinte grisâtre pâle, homogène, exhalant une odeur particulière, légèrement aromatique, houblonnée, alcoolique et acidule, ne se délayant dans l'eau qu'avec quelque difficulté en raison de l'adhérence entre ses granules et de sa propriété adhésive, qui augmente avec le temps.

Tel est l'état de la levûre communément en usage chez les distillateurs et les boulangers ; elle est livrée, soit directement par les brasseurs, soit plus ordinairement par l'intermédiaire des marchands levûriers.

Cette levûre commerciale est, après la levûre toute fraîche en bouillie, celle que l'on doit préférer, surtout lorsqu'elle vient d'une bière blanche ou peu colorée et qu'elle est de préparation récente ; on la conserve dans des endroits frais, à l'abri de l'air, renfermée dans de petits barils ou enveloppée de papier.

On la reconnaît aux caractères indiqués ci-dessus ; rsqu'elle a été gardée trop longtemps, elle devient sensiblement acide, visqueuse; son odeur plus forte est modifiée par quelques émanations putrides, elle est alors beaucoup moins active.

Une variété de levûre, de couleur brune plus ou moins foncée, vient de la fabrication des bières brunes (1) ; ne pou-

(1) A Londres, où la consommation principale de la bière exige des bières brunes, comme le *porter*, on ne sépare point leur levûre de celle provenant des bières blanches, en sorte que la totalité est vendue, mélangée, aux distillateurs.

vant la vendre aux boulangers, parce qu'elle rendrait le pain moins blanc, on la vend à meilleur marché que la levûre de bière blanche ; elle est douée, peut-être, d'une énergie un peu moindre, mais se conserve mieux. La levûre blanche, parfois, se trouve de qualité très-inférieure, notamment lorsqu'elle vient de moûts dans lesquels une fermentation visqueuse ou lactique s'est accidentellement manifestée. Cette sorte de levûre offre une réaction acide et une odeur particulière désagréable.

En tout cas, il est difficile de bien apprécier la qualité d'une levûre d'après ses caractères extérieurs ; le meilleur moyen de s'en rendre compte consiste dans un essai de fermentation en petit, en agissant d'une manière comparative, employant une matière sucrée éprouvée déjà et réunissant les autres conditions favorables, reconnues utiles à l'occasion d'essais antérieurs.

On parvient à augmenter la quantité de levûre et à ranimer son énergie en la plaçant dans les circonstances favorables de sa production, c'est-à-dire en la délayant peu à peu avec soin dans vingt à trente fois son poids d'un moût d'orge germée, houblonné très-légèrement, marquant 5 ou 6° Baumé. Lorsque ce mélange, maintenu pendant douze à vingt heures en fermentation active à la température de 18 à 20°, s'est recouvert d'une mousse persistante chargée de levûre, il constitue un très-bon levain que l'on agite et que l'on mêle exactement avec le liquide sucré qu'il s'agit de faire fermenter.

On peut remplacer le moût d'orge germée par un empois léger de farine d'orge et de seigle, auquel on ajoute un ou deux centièmes de malt en farine ; on maintient même le mélange en fermentation, et, lorsqu'il s'est recouvert d'une mousse chargée de levûre, on le jette dans le liquide à faire fermenter.

Il est facile de comprendre comment l'emploi de ces moyens favorise le développement et l'énergie vitale de la levûre, en fournissant les substances azotées, sucrées, grasses et salines qu'elle peut assimiler ou décomposer.

Un grand nombre de recettes ont été mises en usage dans les distilleries pour la préparation des levûres dites artificielles ou *levains ;* mais toujours on en est revenu à l'emploi de la levûre de bière, même lorsqu'il s'agissait de ranimer de temps à autre la fermentation des jus de betteraves ou de topinambours, qui peuvent cependant fournir eux-mêmes une levûre spéciale assez active.

Transformation du sucre en alcool.

Elle a lieu sous l'influence du ferment sans qu'on puisse savoir comment ce dernier agit; il n'en est pas moins certain que sa présence, ses proportions et les conditions favorables à sa reproduction excitent, soutiennent et achèvent la transformation, et il n'en faut pas davantage pour être guidé dans les voies où l'on peut réunir les circonstances favorables à l'accomplissement économique de cette fermentation.

Quant aux phénomènes qui se manifestent alors, ils varient dans la première phase, suivant la nature du sucre employé, bien que les produits de la réaction soient les mêmes.

Ainsi le sucre incristallisable des fruits acides, le sucre cristallisé des fruits desséchés, la glucose obtenue par la réaction soit de la diastase (ou de l'orge germée), soit des acides sulfurique ou chlorhydrique sur la fécule ou l'amidon, les sucres de toutes ces origines subissent directement la fermentation alcoolique, tandis que le sucre de canne ou de betterave, sous la première influence du ferment ou de la levûre toujours légèrement acide, se change d'abord en sucre, semblable, par sa constitution, au sucre de fruits avant de se transformer en alcool; de là vient que ce dernier sucre (de canne ou de betterave) éprouve plus lentement que les premiers la fermentation alcoolique et que l'on parvient à hâter ce phénomène au moyen d'une addition d'acide qui prépare le changement préalable du sucre de canne en sucre dit de fruits ; ce dernier, ayant la même composition que la glucose,

renferme, à l'état de combinaison, un équivalent d'eau de plus que le sucre de canne. Voici comment on peut représenter cette première transformation d'un sucre dans l'autre et qui, sans doute, s'effectue graduellement :

(Sucre de canne) $C^{12}H^{11}O^{11}$ + (eau, 1 équivalent) HO = (sucre de fruits) $C^{12}H^{12}O^{12}$.

Ce serait donc la matière sucrée offrant cette dernière composition qui, dans tous les cas, se transformerait en alcool plus acide carbonique.

On représente ainsi cette dernière réaction :

(Glucose ou sucre de fruits) $C^{12}H^{12}O^{12}$ = (2 équivalents d'alcool) $2C^4H^6O^2$ + (4 équivalents d'acide carbonique) $4CO^2$.

De cette équation, représentée en nombres, on tire les résultats suivants :

	C^{12} 900		C^8 400		C^4 300
	H^{12} 150		H^{12} 150		O^8 800
	O^{12} 1200		O^4 600		
Glucose,	2250	= alcool,	1150	+ acide carbonique,	1100

Ainsi 2,250 de glucose sèche pourraient, dans les conditions les plus favorables, produire 1,150 en poids d'alcool, plus 1,100 d'acide carbonique, c'est-à-dire que 100 parties en poids produiraient 51,12 d'alcool et 38,88 d'acide carbonique, sauf une légère différence attribuée à la transformation d'une minime quantité de sucre en acide lactique. Jamais en grand on ne peut atteindre ce maximum théorique, mais on en approche d'autant plus que les opérations sont mieux dirigées (1).

(1) Dans certaines occasions où la fermentation s'opère en présence d'un excès de matières azotées, un autre produit encore est formé aux dépens des sucres, c'est l'acide butyrique (primitivement découvert par M. Chevreul dans la saponification du beurre) ; mais c'est là une fermentation toute spéciale, corrélative du développement d'un être vivant du

D'ailleurs, la fermentation alcoolique, en réalité, ne se passe pas d'une façon aussi simple; les remarquables travaux de M. Pasteur démontrent que 5 à 6 centièmes du sucre échappent à l'équation de Lavoisier (1) : 100 parties de sucre donnant à très-peu près, sous l'influence de la levûre :

Acide succinique.	0,6 à 0,7
Glycérine.	3,3 à 3,6
Acide carbonique.	0,6 à 0,7
Cellulose et autres substances fixées sur la levûre ou dissoutes.	1,2 à 1.5

Le surplus des produits est formé d'alcool et d'acide carbonique, dans les rapports de 2 ($C^4 H^6 O^2$) + 4 CO^2.

L'auteur a établi, à l'aide d'expériences décisives, que la levûre n'entre pour aucune part dans la formation de l'acide succinique ni de la glycérine; c'est le sucre qui fournit la totalité de ces deux produits, qui dérivent aussi bien des différents sucres fermentescibles que du sucre de canne. Ce phénomène est donc plus complexe qu'on ne l'avait supposé : il se montre tel qu'on pouvait l'attendre d'une réaction dépendante d'un acte physiologique et vital.

Quant à l'acide lactique observé parfois dans les produits de la fermentation alcoolique, les nombreuses expériences de l'auteur ont prouvé qu'il est dû à la présence accidentelle d'un ferment spécial dont les globules sont caractérisés par leur structure et leur volume plus fort que ceux de la levûre de bière. Le développement de la fermentation *nitreuse* est

règne animal microscopique, animalcule d'une ténuité extrême, apparaissant filiforme sous le microscope, se reproduisant par fissiparité, doué de mouvements rapides divers, du genre Vibrion, ne pouvant vivre en présence de l'oxygène libre de l'air, mais décomposant le liquide en dégageant de l'hydrogène, déterminant ainsi des phénomènes de réduction.

(1) Le vin de raisin renferme lui-même 6 à 8 grammes de glycérine par litre et au delà de 1 gramme d'acide succinique, substances que l'on était loin de soupçonner dans cette boisson.

toujours précédé de la formation ou du mélange de la levûre lactique. Elle dépend de la réduction des *nitrates* par la portion de l'hydrogène naissant que la fermentation dégage.

Plusieurs faits, expérimentalement constatés, concourent à démontrer, avec la pratique des distillateurs, que, pendant la transformation de la glucose en alcool et acide carbonique, non-seulement, comme nous l'avons fait remarquer plus haut, le sucre de canne (ou de betterave) se change graduellement en glucose qui prend part à la formation de l'alcool, mais encore, sous l'influence de la diastase, lorsqu'on fait usage d'orge germée, l'amidon que contient le malt, de même que la fécule de pommes de terre hydratée pendant la cuisson des tubercules, se transforme successivement en dextrine, en glucose, puis en alcool et acide carbonique.

Les deux premiers phénomènes : transformation du sucre en glucose et de celle-ci en alcool, ont lieu pendant la fermentation des jus et mélasses des betteraves et des cannes à sucre.

Les trois derniers : changements de la fécule et de l'amidon en dextrine et glucose, et de celle-ci en alcool, se manifestent pendant la fermentation des pommes de terre cuites additionnées de malt en poudre.

Enfin la réaction se complique plus encore, et les quatre phénomènes peuvent prendre naissance simultanément dans un moût contenant les trois principes immédiats : glucose, sucre de canne ou de betterave, et amidon, accompagnés de diastase et de levûre dans des conditions favorables. Il se forme, en outre, dans les fermentations de ce genre, du moins avec certaines matières premières, de l'alcool amylique dont l'odeur forte contribue, avec celle de quelques autres produits et des huiles essentielles spéciales des matières employées, à imprégner les eaux-de-vie brutes (de fécule, de graines, de vin, de marcs de raisin, de betterave, d'asphodèle, de canne à sucre, etc.) de l'odeur désagréable ou de l'arome suave qui caractérisent les

eaux-de-vie et alcools incomplétement rectifiés de ces diverses origines (1).

Théorie de la distillation des liquides fermentés.

Après la fermentation, les liquides ou matières pâteuses préparés avec les différentes matières premières que nous avons énumérées ci-dessus retiennent l'alcool produit, une petite quantité seulement du gaz acide carbonique, des proportions d'autant plus faibles des matières sucrées ou amylacées que la fermentation a été mieux conduite et plus complète; ces liquides renferment, en outre, l'acide succinique, la glycérine, l'eau et les substances azotées, grasses, salines, la levûre accrue ou diminuée, suivant la nature des matières premières employées, plusieurs produits accidentels : de l'aldéhyde $C^4 H^4 O^2$, de l'acide acéteux $C^4 H^4 O^3$ et de l'acide acétique $C^4 H^4 O^4$ provenant de l'oxydation de l'alcool ; de l'acide lactique $C^6 H^6 O^6$ (dont 2 équivalents représentent l'équivalent de la glucose $C^{12} H^{12} O^{12}$), parfois l'acide butyrique provenant d'une altération de la glucose par les matières azotées avec dégagement d'acide carbonique et d'hydrogène $C^{12} H^{12}$

(1) On a désigné sous le nom d'*alcool amylique* un produit que l'on peut recueillir à la fin de la distillation des liqueurs fermentées ou de la rectification : l'eau laiteuse obtenue alors laisse, par le repos, surnager cette substance; elle contient plusieurs produits, car la température de son ébullition, lorsqu'elle est brute, ne dépasse pas d'abord + 85°; mais, en continuant de chauffer, les produits les plus volatils se dégageant, la température augmente, et elle devient constante à + 132°. Le produit, distillé alors et purifié, constitue l'alcool amylique sensiblement insoluble dans l'eau, soluble en toutes proportions dans l'alcool et l'éther. Son odeur forte est désagréable, sa saveur âcre, brûlante; sa densité est plus faible que celle de l'eau (0,812 à + 15°, l'eau pesant 1000). Elle rend le papier translucide, mais la tache disparaît par son évaporation complète. Elle peut s'enflammer lorsqu'on l'a échauffée à + 50 ou 60° et donner une belle lumière ; aussi l'emploie-t-on pour l'éclairage dans plusieurs distilleries. A 20° au-dessous de zéro, elle devient solide en feuillets cristallins. Sa composition est représentée par $C^{10} H^{12} O^2$; on en fait dériver beaucoup de composés offrant une grande analogie avec ceux obtenus de l'alcool et de l'esprit-de-bois. Les vins de raisin contiennent, en outre, de l'éther œnanthique $C^4 H^5 O, C^{14} H^{13} O^3$.

O^{12} (glucose) $= C^8 H^8 O^4$ (acide butyrique) $+ 4 CO^2 + 4H$; et des acides végétaux préexistants ou déplacés par l'acide sulfurique ajouté en vue de favoriser la fermentation; des huiles essentielles, etc.

La distillation des liquides ou matières pâteuses d'une composition aussi complexe doit donner lieu à des phénomènes fort compliqués eux-mêmes (1).

Toutefois le but principal que l'on se propose d'atteindre n'est pas difficile à montrer, et les moyens d'y parvenir sont maintenant clairement indiqués et fort simples.

On veut séparer, à l'aide de la distillation, l'alcool (dont le point d'ébullition, s'il était pur, ne dépasserait pas 78°,4 sous la pression moyenne de $0^m,76$) de l'eau qui, sous la même pression et sans mélange d'alcool, n'entrerait en ébullition qu'à 100°, température que tendent à élever encore les matières salines et organiques en dissolution dans le liquide.

On comprend qu'un liquide renfermant 4 ou 5 d'alcool qui tend à diminuer la température d'ébullition de l'eau contienne d'un autre côté, en solution, plusieurs substances qui, augmentant sa densité et ses propriétés hygroscopiques, tendent à élever la température de son ébullition. Le mélange total ou le liquide vineux chauffé devra donc commencer à bouillir à une température intermédiaire entre 78,4 et 100 ou 101°; l'alcool se volatilisant en plus fortes proportions (relativement aux quantités contenues dans le mélange), mais entraînant toujours plus ou moins de vapeurs aqueuses et autres, doit parvenir en totalité dans le serpentin, si l'on

(1) Plusieurs matières organiques azotées et autres éprouvent quelques altérations peu importantes à considérer, peu communes d'ailleurs, et qui n'empêchent pas ces matières, dans certains cas, de servir, ainsi que les substances grasses et salines demeurées dans les résidus, à compléter les rations des animaux. Les produits acides doivent augmenter un peu dans les résidus; ils attaquent plus ou moins certaines parties des appareils distillatoires; les composés plus ou moins volatils que l'alcool (eau, essences, alcool amylique, acides acétique, butyrique, aldéhyde, etc., etc.) accompagnent celui-ci en proportions d'autant plus notables, que l'on veut épuiser plus complétement les vinasses ou les résidus pâteux.

soutient assez longtemps l'ébullition dans la cucurbite, tandis que la plus grande partie de l'eau et des autres substances moins volatiles que l'alcool restent dans la cucurbite.

On avait admis autrefois que la température et l'acte même de la distillation étaient nécessaires, non-seulement pour séparer l'alcool, mais encore pour lui donner naissance où compléter sa formation ; des doutes, à cet égard, étaient même restés dans la pensée des chimistes, lorsque Gay-Lussac démontra, par deux expériences décisives, que l'alcool est tout formé dans les liquides sucrés après leur fermentation spéciale.

Une de ces expériences consiste à distiller le vin à la température de 15 à 20° en faisant le vide dans l'appareil distillatoire et refroidissant avec de la glace le réfrigérant; on obtient, dans ce cas, autant d'alcool qu'à l'aide de l'ébullition et de l'élévation de la température à près de 100° sous la pression ordinaire.

La deuxième expérience s'effectue également à froid, même à 0°, en saturant par du carbonate de potasse le liquide vineux. Le carbonate de potasse se dissout dans l'eau qu'il retient en raison d'une forte affinité réciproque. Cette solution très-dense laisse surnager l'alcool beaucoup plus léger et sans affinité pour les carbonates alcalins. On peut aisément enlever, à l'aide d'une pipette, cet alcool surnageant (1).

Dans les deux cas, la séparation et l'extraction de l'alcool étant faites à froid, il demeure évident que l'élévation de la température n'est pas utile à sa formation, qu'en un mot il se trouve entièrement formé par la fermentation alcoolique.

La distillation ordinaire dans les appareils les plus simples, tels qu'une cornue adaptée à un serpentin ou un ancien alambic (chaudière et chapiteau) communiquant avec un ser-

(1) Lorsqu'on fait cette épreuve sur un vin rouge, il convient de décolorer préalablement ce liquide au moyen de la litharge broyée.

pentin, laisse passer dans le récipient la totalité des vapeurs dégagées par l'ébullition, mais donne un produit alcoolique très-faible contenant 15 à 30 centièmes d'alcool, lorsqu'on a distillé un vin dans lequel la fermentation avait développé 5 à 10 d'alcool : il faut donc redistiller le produit alcoolique plusieurs fois afin d'obtenir l'eau-de-vie ou l'alcool vendables qui doivent contenir de 50 à 60, ou de 85 à 94 centièmes d'alcool ; chaque fois toute la chaleur employée au chauffage, à la vaporisation de l'eau et de l'alcool se trouve perdue ; elle exige une quantité d'eau froide correspondante pour condenser les vapeurs aqueuses et alcooliques. On ne fait plus guère usage de cet ancien système que pour la distillation des eaux-de-vie de table (marquant de 50 à 60°), afin de conserver par la distillation à feu nu et la redistillation les conditions sous lesquelles se développe leur arome particulier ; en effet, ces eaux-de-vie ont une valeur bien plus grande que leur équivalent en alcool, et on ne peut les vendre à ce prix que sous la condition de satisfaire au goût des consommateurs. Or les distillations et redistillations à feu nu, même l'accès de l'air, exercent sur la production de l'arome une incontestable influence.

Sauf ce cas exceptionnel dans l'industrie générale de la distillation et toutes les fois, notamment, qu'il s'agit de fabriquer l'alcool ou de le rectifier de 85 à 94° et de le livrer au commerce à ces titres, on a grand intérêt à économiser le combustible en utilisant la chaleur et faisant retourner les vapeurs aqueuses condensées les premières, vers la chaudière distillatoire, afin d'obtenir l'alcool livrable directement ou au degré propre à la rectification, et d'éviter ainsi de multiplier les distillations (1).

(1) On comprend que dans ces conditions la quantité de chaleur théoriquement indispensable se borne à celle qui est employée pour échauffer la vinasse à 100°, plus celle qui s'échappe par les parois des fourneaux et appareils, puisque toute la chaleur qu'emportent les vapeurs d'eau et d'alcool est reprise par les chauffe-vin, que l'alcool sort froid et que la vinasse seule est évacuée bouillante.

Dans tous les systèmes d'appareils en usage pour rendre ainsi la distillation économique on y est parvenu en interposant entre la chaudière et le dernier réfrigérant : 1° des espaces clos assez grands et des surfaces (sur lesquelles coule le vin) assez multipliées pour provoquer la condensation des portions plus aqueuses des vapeurs, et, par cette condensation elle-même qui dégage beaucoup de chaleur, favoriser le maintien, à l'état gazeux, des vapeurs alcooliques, ainsi que la formation et le dégagement de vapeurs semblables que le vin laisse échapper ; 2° en plaçant, à la suite, des serpentins dans l'intérieur desquels la vapeur circule, se condense partiellement et échauffe le vin circulant lui-même en sens contraire, entre l'extérieur du serpentin et le vase qui le renferme. Le liquide plus ou moins alcoolique, condensé dans ce premier serpentin dit rectificateur, peut être, à volonté, dirigé en partie vers les premiers espaces où le vin coule pour descendre à la chaudière, afin de ne laisser arriver au dernier serpentin que des vapeurs assez riches en alcool pour donner le liquide alcoolique au degré voulu.

On laisse ainsi rétrograder vers la chaudière des quantités d'autant plus grandes de liquides provenant des vapeurs condensées, que l'on tient à recueillir de l'alcool à un titre plus élevé ; réciproquement, lorsqu'on veut obtenir des alcools moins forts, on ne laisse rétrograder vers la chaudière, en quantités moindres, les produits liquides de la condensation.

On est donc tout naturellement guidé dans la direction de l'appareil, c'est-à-dire l'ouverture ou la fermeture des robinets qui laissent écouler ces produits liquides, en les conduisant soit vers la chaudière, soit vers le dernier serpentin. On est dirigé, à cet égard, en consultant le degré aréométrique ou plutôt alcoométrique du liquide qui distille : s'il est trop faible, on ouvre plus d'issues aux premiers produits condensés, pour les faire rétrograder vers l'alambic; s'il est trop fort, on ferme ces retours, et dès lors les produits des vapeurs aqueuses arrivant en plus fortes propor-

tions au dernier serpentin affaiblissent le degré alcoolique du produit distillé.

En général, lorsqu'on peut livrer directement et à un prix convenable l'alcool à haut titre sans le rectifier, on conduit l'opération en faisant rétrograder assez de liquide faiblement alcoolique, pour que les vapeurs n'arrivent au dernier serpentin que lorsqu'elles sont suffisamment riches; c'est-à-dire qu'elles peuvent donner, en se condensant, les produits à un titre élevé, de 85 à 90 ou 94 par exemple.

Lorsqu'on se propose, au contraire, de soumettre les produits obtenus à la rectification, afin de les placer plus avantageusement, ce qui est, ordinairement, le cas dans les distilleries de grains, de mélasses, de betteraves et d'asphodèles, donnant des alcools *mauvais goût*, on fait rétrograder une moindre proportion du liquide condensé vers la chaudière et de façon à régler l'écoulement du dernier serpentin au degré alcoométrique de 55 à 64, c'est-à-dire de façon à ce que l'alcool, obtenu continuellement, contienne de 55 à 64 pour 100 de son volume en alcool pur. On pourrait même recueillir à 50° le produit de la distillation si l'on ne voulait ménager les frais d'embarillage et de transport lorsqu'il s'agit d'expédier les produits à des ateliers de rectification éloignés.

On est plus assuré de mieux épuiser ainsi les vinasses, et la rectification n'en souffre aucun préjudice, car il faudrait étendre d'eau au moment de rectifier les alcools que l'on aurait obtenus directement à des titres plus élevés.

C'est principalement à Argand, Bérard, Édouard-Adam, Cellier-Blumenthal, Ch. Derosne, MM. Dubrunfaut et Champonnois que l'on doit les perfectionnements dans la construction des appareils distillatoires, qui ont transformé successivement l'ancien alambic à distillation simple et opérations interrompues, dont l'application est aujourd'hui restreinte aux cas exceptionnels cités plus haut, en ces appareils à distillation continue, qui laissent entrer continuellement le vin ou liquide fermenté, donnent, sans interruption, l'alcool au

degré voulu et laissent sortir de la chaudière la vinasse d'une manière continue ou intermittente.

Pour une égale contenance de la chaudière distillatoire ou cucurbite, il est évident que les anciens alambics doivent coûter moins de premier établissement, car ils n'exigent autre chose qu'un tube entre la chaudière et le serpentin; mais, au point de vue des quantités de produit livrables au commerce, la dépense relative à l'intérêt des fonds que représente la valeur des appareils perfectionnés ou à distillation continue est moindre, outre que les dépenses pour le loyer, le combustible et la main-d'œuvre se trouvent plus amoindries encore, puisqu'elles se répartissent sur des quantités bien plus grandes, obtenues dans le même temps pour un égal enplacement et au moyen du même personnel.

En nous occupant successivement de la distillation des vins et des autres matières premières, nous indiquerons les appareils spéciaux qui conviennent pour chacune de ces industries et les derniers perfectionnements qu'ils ont reçus.

VINS A DISTILLER.

Les vins proprement dits sont, comme chacun sait, le produit de la fermentation spontanée des jus obtenue par le foulage et l'expression du raisin; on distingue trois sortes de vins soumises à la distillation; chacune d'elles nécessite un mode spécial de traitement que nous indiquerons après avoir défini les sortes différentes de vins à distiller. Dans la première catégorie se trouvent ceux qui sont destinés à la fabrication des eaux-de-vie potables, de celles, en particulier, dont l'arome agréable, dépendant des cépages, du sol, de l'exposition du vignoble, des soins à la vinification, de la méthode de distillation, d'embarillage et de conservation, est la base sur laquelle repose leur valeur vénale élevée.

Ces vins, qui donnent les eaux-de-vie de France les plus estimées en tous pays, recevront probablement toujours cette destination, car elle leur donne une valeur souvent double,

triple ou quadruple de celle que représenterait leur degré alcoolique, et les produits analogues de diverses autres contrées ni même de la plupart des localités voisines ne sauraient leur opposer une sérieuse concurrence. Durant les années de pénurie des récoltes de ces crus estimés, on emploie souvent les alcools de diverses provenances parfaitement rectifiés et dépouillés de toute odeur étrangère pour les mélanger aux eaux-de-vie des bons crus et combler le déficit, en réalisant de grands bénéfices, sans que le consommateur s'en aperçoive toujours. C'est là cependant une fraude préjudiciable, surtout aux négociants qui, en achetant très-cher les eaux-de-vie des premiers crus, comptent sur un excès d'arome qui leur aurait permis de faire eux-mêmes des coupages avec les alcools bien rectifiés qu'ils se procurent à des prix comparativement peu élevés.

La deuxième catégorie des vins à distiller comprend ceux qui sont assez riches en alcool, sans être doués de l'arome fin ni de la saveur agréable, c'est-à-dire du *bouquet*, qui leur donnerait une valeur commerciale assez grande pour être livrés en totalité au commerce parmi les vins de table. Tels sont la plupart des vins obtenus des cépages très-productifs du midi de la France. Ces vins ne pouvant, d'ailleurs, donner des eaux-de-vie de première qualité, on les distille de façon à en obtenir des esprits beaucoup plus riches en alcool et dont la valeur dépend surtout de cette richesse alcoolique, en même temps qu'elle résulte du goût spécial de ces esprits ou alcools de vins du Midi dits de Montpellier. Ces alcools sont généralement préférables, pour la préparation des liqueurs de table ou pour les mélanges avec les eaux-de-vie fines, aux alcools de grains, de fécule, de betterave, de mélasse, etc., qui ne sont pas toujours dépouillés complétement, par la rectification, des principes odorants désagréables, propres aux matières premières d'où ils sont extraits; qui, d'ailleurs, ne peuvent offrir une partie quelconque de la légère odeur agréable propre aux produits du raisin, et que l'on apprécie surtout lorsque l'esprit-de-vin obtenu a perdu, par le séjour

d'une année en baril, la portion la plus fugace et la moins agréable de cet arome particulier aux alcools de cette provenance (1).

Dans une classe des vins à distiller, on peut ranger tous ceux que des altérations spontanées ou accidentelles rendent impropres à la boisson sans leur faire perdre leur alcool. Telles sont, parmi les causes de ces altérations, plusieurs maladies des vins arrivées à un certain terme; une fermentation trop avancée, qui leur donne une forte amertume; des productions cryptogamiques, *moisissures*, parfois développées dans des fûts vides et donnant au liquide un goût très-désagréable.

Chacune de ces trois sortes de vins exigeant des soins particuliers à la distillation et même des appareils différents, nous traiterons séparément de leur origine, de leur distillation spéciale et des produits que l'on en obtient.

Vins à eaux-de-vie de première, deuxième et troisième qualités, et eaux-de-vie communes.

Les vins de France qui donnent les eaux-de-vie les plus estimées, généralement connues sous le nom d'eaux-de-vie de Cognac, sont obtenus sur les différents crus du département de la Charente. Les principaux vignobles qui les fournissent sont répartis dans plusieurs cantons : au premier rang, le canton de Blanzac ou la *Champagne*, à peu de distance d'Angoulême, puis les vignobles de Cognac, et, à 8 kilomètres de là, celui de Jarnac sur la rive droite de la Charente; Rouillac, à égale distance des villes de Cognac et d'Angoulême; Aigre, aux environs de Ruffec : plusieurs autres crus du même département et quelques-uns de ceux de la Charente-Inférieure concourent à fournir les produits livrés au commerce sous le nom générique d'eau-de-vie de Cognac. Bien

(1) La production des alcools de vin du Midi tend à diminuer à mesure que les améliorations dans le choix des cépages et les procédés de vinification permettent de destiner à la confection des vins de table les vendanges dont on ne pouvait obtenir que des vins à distiller dits de *chaudière*.

que les premiers crus donnent les meilleures sortes, toutes ces eaux-de-vie sont caractérisées par un arome fin, un goût délicat qui ne se rencontrent nulle part ailleurs. La première qualité de ces eaux-de-vie est désignée sous la dénomination de *fine Champagne*, et la deuxième sous le nom d'*eau-de-vie des bois*.

On confond souvent avec les eaux-de-vie de Cognac l'eau-de-vie de Saint-Jean-d'Angély, qui, d'ailleurs, s'en rapproche beaucoup.

Les eaux-de-vie du département de la Charente-Inférieure : de Surgères, Mauzé, la Rochelle, dites *Cognac-Saintonge*, ont un goût particulier de terroir qui les déprécie ou les classe au-dessous des précédentes.

En tous cas, les principales précautions à prendre dans la préparation des vins destinés à fabriquer les eaux-de-vie fines, et généralement les eaux-de-vie de table, consistent à faire fermenter le jus du raisin extrait immédiatement par le foulage, sans laisser ce jus plus longtemps en contact avec les pellicules du raisin, car ce sont particulièrement ces pellicules qui contiennent dans la couche sous-épidermique les huiles essentielles, à odeur forte et désagréable lorsqu'elles dominent, qui caractérisent les *eaux-de-vie de marc*. Or il est facile de concevoir que, pendant le cuvage du moût en contact avec les pellicules du raisin, ces principes odorants se dissémineraient dans le liquide, et, passant ultérieurement à la distillation, ils pourraient altérer la suavité du parfum des eaux-de-vie fines (1).

On doit donc admettre comme une règle générale que les vins préparés sans cuvage donnent des eaux-de-vie meilleures que les vins soumis au cuvage ordinaire.

Dans les deux Charentes, on prend généralement toutes

(1) On sait que dans la fabrication des vins rouges de table un cuvage plus ou moins prolongé est indispensable 1° pour faire dissoudre la matière colorante sous l'épiderme du fruit, 2° pour dissoudre également soit une partie du tanin des pepins et des rafles, soit les principes aromatiques divers qui contribuent à former le bouquet des vins.

ces précautions, et comme nous le verrons plus loin, soit par deux distillations à l'aide de l'alambic simple, soit en une seule fois, en employant un des appareils à retours des liquides aqueux construits suivant les systèmes d'Argand, de Cellier-Blumenthal, Derosne, Laugier ou Dubrunfaut, les eaux-de-vie sont obtenues généralement entre 60 et 68°; mais, lorsqu'on veut les livrer au commerce, on étend les plus fortes, de façon à ce qu'elles ne marquent à l'alcoomètre que 58 à 60°. Les eaux-de-vie vieilles ou conservées plusieurs années sont expédiées de 49 à 58° dans des *barriques* contenant 300 à 350 litres, ou dans des *quarts* ou barils d'une moindre contenance. On range parmi les eaux-de-vie communes celles d'Armagnac et de Marmande; après celles-ci viennent les eaux-de-vie fabriquées dans les départements des Pyrénées (Hautes et Basses et Pyrénées-Orientales), du Gers et aux environs de Montpellier. La plupart des contrées viticoles livrent au commerce des eaux-de-vie communes sans distinction de cru; tels sont les produits de ce genre tirés des départements des Bouches-du-Rhône, du Gard, du Var, de l'Aude, de l'Ardèche, de l'Hérault, de la Haute-Garonne, des Landes, de Lot-et-Garonne, du Tarn, de Loir-et-Cher, de la Loire-Inférieure, de Maine-et-Loire, des Deux-Sèvres et de la Lozère.

La distillation s'effectue dans les différents pays vignobles suivant deux systèmes, soit par les propriétaires, qui livrent directement leurs eaux-de-vie au commerce, soit par des manufacturiers ou des distillateurs ambulants, qui achètent les vins à distiller. Cette dernière méthode s'applique plus particulièrement encore à la fabrication des alcools dits esprits trois-six.

Dans tous les cas, il est utile de se rendre compte du titre alcoolique du vin, c'est-à-dire de la quantité d'alcool pur qu'il renferme, soit que l'on doive le vendre et proportionner son prix à sa richesse en alcool, soit qu'on se propose de le distiller afin d'en obtenir de l'eau-de-vie, puisque, dans ce cas, on aura une base certaine pour apprécier le rendement et

vérifier si l'on n'éprouve pas de trop fortes déperditions.

Afin d'offrir un guide certain dans les essais préliminaires de l'appréciation des vins à distiller, nous indiquerons d'abord les propriétés de l'alcool, puis les essais des vins.

PRINCIPALES PROPRIÉTÉS ET ESSAIS DE L'ALCOOL.

Propriétés de l'alcool. — L'alcool obtenu par les divers procédés de distillation et de rectification n'est jamais entièrement pur. Le plus riche que l'on puisse préparer ainsi contient encore 4 parties d'eau ou 96 volumes d'alcool sur 100; il marque 96° à l'alcoomètre centésimal, et même le plus pur parmi ceux qu'on livre ordinairement au commerce marque seulement 94°, c'est-à-dire qu'il ne contient que 94 volumes d'alcool pur pour 100. Lorsqu'on veut obtenir l'alcool absolument pur ou exempt d'eau, il faut le laisser longtemps en contact avec une substance très-avide d'eau, puis le distiller et recommencer à deux ou trois reprises ces rectifications.

On remplit de fragments de chaux un flacon dans lequel on verse ensuite de l'alcool à 94°, qui s'interpose dans toutes les lacunes entre les fragments de chaux. On laisse en contact pendant vingt-quatre heures, puis on distille. L'alcool distillé retient encore des traces d'eau qu'on lui enlève en y ajoutant environ 10 pour 100 de potasse caustique préalablement fondue et coulée en plaques. La potasse se dissout et retient l'eau avec énergie; on redistille à feu nu ou mieux dans un bain-marie de chlorure de calcium, jusqu'à ce que les deux tiers ou les trois quarts de l'alcool soient passés à la distillation.

Ce liquide est alors de l'alcool anhydre; il renferme seulement des traces d'une huile essentielle formée sous l'influence de l'action oxydante de l'air favorisée par la présence des alcalis employés.

L'alcool anhydre, composé de carbone 4 équivalents, hydrogène 6 équivalents et oxygène 2 équivalents ($C^4 H^6 O^2$), est un liquide plus fluide que l'eau, incolore, doué d'une

odeur assez agréable; à la température de + 15° suivant les expériences de Gay-Lussac, dont de plus récentes recherches de M. Pouillet ont confirmé l'exactitude (t. XXX des *Mémoires de l'Académie des sciences*), il pèse 794,7, tandis que l'eau, à volume égal, pèse 100. Lorsqu'on le chauffe depuis 0° jusqu'à + 78°, il n'absorbe que les 0,52 de la chaleur utile pour élever l'eau d'un égal nombre de degrés; il se dilate trois fois plus que l'eau, notamment entre les températures de 25 à 50° centésimaux. Un alcoomètre dû à M. Silbermann est fondé sur ce fait.

L'alcool bout à la température de 78°,4 sous la pression atmosphérique correspondante à une colonne de 76 centimètres de mercure; la vapeur qu'il produit est plus lourde que l'air dans le rapport de 1,613,3 à 1,000, tandis que la vapeur d'eau est plus légère que celle de l'alcool dans le rapport de 1,613,3 à 0,624; il importe de tenir compte de ces différences de densités dans la construction et les dispositions spéciales des appareils distillatoires.

L'alcool qui se réduit en vapeur emploie une quantité de chaleur un peu moindre que les 2/3 de celle que nécessite la formation de la vapeur d'eau.

L'alcool dissout un assez grand nombre de sels, tandis qu'il en laisse insolubles beaucoup d'autres; de là des moyens d'analyse dont les chimistes disposent.

Il peut dissoudre aussi des matières organiques : résines, essences, alcalis végétaux, acides gras insolubles ou très-peu solubles dans l'eau. Ce sont encore des moyens de séparation utilisés par la chimie.

Les propriétés dissolvantes de l'alcool, pour certaines résines, sont appliquées dans la fabrication des vernis et diverses industries indiquées plus loin.

L'alcool peut contracter et séparer de l'eau différentes matières fluides de l'organisme animal; c'est ainsi qu'il précipite l'albumine et resserre différents tissus organiques. L'alcool pur agit comme poison sur l'économie animale; ce n'est que lorsqu'on l'a étendu de 45 à 50 centièmes de son

volume d'eau qu'il peut être ingéré sans danger dans l'estomac, pourvu que la quantité n'en soit pas trop grande, car il pourrait, suivant les doses, produire l'ivresse, un effet de contraction sur nos tissus, une action délétère, et même occasionner la mort.

Injecté dans les veines, l'alcool détermine une mort presque subite en produisant la coagulation du sang.

L'alcool pur attire l'humidité de l'air. Lorsqu'on le mêle avec l'eau, la combinaison qui s'opère donne lieu à un dégagement de chaleur en même temps qu'il y a diminution de volume. La plus forte contraction a lieu, si l'on ajoute à 53,7 volumes d'alcool 49,8 d'eau. Le volume total, au lieu d'être égal à la somme des 2 volumes ou de 103,5, n'est que de 100 parties. La diminution, dans ce cas, est donc de 3,5, et le mélange correspond à 1 équivalent d'alcool pour 6 équivalents d'eau.

Les mélanges d'alcool et d'eau pèsent d'autant moins ou ont une densité d'autant plus faible que les proportions d'alcool sont plus grandes. C'est sur cette propriété que sont fondés les aréomètres au moyen desquels on évalue la richesse des liquides alcooliques qui ne contiennent sensiblement que de l'eau et de l'alcool; ce sont, par exemple, les produits des diverses matières vineuses distillées, notamment les eaux-de-vie, esprits ou alcools du commerce.

Les aréomètres usités dans l'industrie et le commerce sont 1° l'ancien aréomètre Cartier marquant 10° dans l'eau pure à 12°,5 de température, 44° + x dans l'alcool anhydre, l'intervalle entre ces deux termes étant divisé en 44 graduations (un peu incertaines) sur la tige de l'ustensile; l'aréomètre Gay-Lussac marquant 0° pour la température de 15° dans l'eau pure et 100° dans l'alcool absolu; la graduation en 100 parties ou degrés, dans cet intervalle, indique autant de centièmes en volume d'alcool absolu dans le mélange. Cet ustensile, plus commode en raison des relations qu'il donne directement, et plus exact est exclusivement employé par l'administration des douanes et des droits réunis. Voici, au surplus, la corres-

pondance des degrés sur les deux aréomètres relativement à plusieurs alcools qui se rencontrent habituellement dans le commerce, entre les points extrêmes (1) :

		ALCOOMÈTRE Gay-Lussac	ARÉOMÈTRE Cartier.
Alcool absolu ou anhydre		100	44
Esprit rectifié de betterave, fécule, grain		94,1	39
Esprit 3/6 de betterave, etc.		89,6	36
Esprit-de-vin dit *trois-six* de Montpellier		84,4	33
Eaux-de-vie dites	Preuve de Londres	58	21,6
	Preuve de Hollande	58,7	22
	— — faible	51	19,5
	Double de Cognac	52,5	20
	Commune, en détail et dans les campagnes	49,1	19
	Faible	45,5	18

Essais de l'alcool. — Les aréomètres, et notamment l'alcoomètre de Gay-Lussac, suffisent pour constater les quantités d'alcool contenues dans les divers mélanges d'alcool et d'eau, mais à la condition que ces mélanges ne contiennent pas de substances étrangères dont les aréomètres ne pourraient déceler la présence ou qui seraient de nature à vicier leurs indications.

Parmi les substances étrangères qui diminuent la valeur de l'alcool pour certaines applications, se trouvent les essences et autres matières aromatiques à odeur désagréable. On peut, jusqu'à un certain point, déceler la présence des matières huileuses en mêlant à l'alcool à essayer un égal volume d'acide sulfurique; 1 décilitre peut suffire pour l'essai. L'alcool exempt de matière étrangère reste incolore, tandis que celui qui contient certaines substances huileuses prend une coloration légèrement brune ou jaunâtre.

Ce mode d'épreuve est insuffisant dans la plupart des cas.

La méthode généralement adoptée consiste à étendre d'eau

(1) Les degrés, dans ce tableau, sont ceux que l'on observe à la température de + 15° pour l'alcoomètre Gay-Lussac, et de + 12°,5 pour l'aréomètre Cartier.

une petite quantité de l'alcool à essayer; cette addition, qui tend à isoler les essences dissoutes par l'alcool, fait dominer l'odeur et la saveur que l'on veut reconnaître. Suivant un autre procédé plus simple encore, et généralement en usage, on verse sur la main quelques centilitres de l'alcool en question, on en mouille les deux mains en les frottant l'une contre l'autre, puis on laisse un instant l'alcool s'évaporer sur toute cette surface : il reste sur la peau une grande partie des matières odorantes moins volatiles, notamment l'alcool amylique, dont l'odeur, alors isolée, domine et se reconnaît plus facilement, surtout par les personnes habituées à ces sortes d'épreuves. On réunit parfois les deux méthodes.

Lorsque l'alcool à essayer contient en solution des corps organiques ou minéraux qui augmentent sa densité, comme cela se rencontre relativement aux vins et liqueurs sucrés ou salés, les aréomètres ne peuvent servir, du moins directement. On peut, dans ce cas, employer avec grand avantage le petit alambic d'essai, construit suivant les indications de Gay-Lussac et présentant une modification heureuse de l'alambic d'essai de Descroizilles.

Ce petit alambic, fig. 20, p. 154, se compose d'une cucurbite en laiton étamé D, ayant la forme d'une bouteille à fond plat et goulot court et de la contenance d'environ 5 décilitres. Sur l'ouverture ou goulot portant un pas de vis, s'adapte le tube supérieur CB (prolongé de 4 à 5 centimètres et terminé en un écrou C) d'un petit serpentin B.

Si le liquide alcoolique à essayer contient de 5 à 10 centièmes d'alcool pur, on verse dans la petite cucurbite 3 décilitres du liquide ou vin, on visse le serpentin et on chauffe à l'aide d'une lampe à alcool introduite, à cet effet, dans l'enveloppe E qui soutient la cucurbite.

On doit distiller le tiers du liquide; on reçoit le produit sous le serpentin, dans une éprouvette graduée H; lorsque dans cette éprouvette l'alcool distillé s'élève jusqu'au trait gravé horizontalement, indiquant le volume d'un décilitre, on retire l'éprouvette et l'on arrête l'opération.

Il faut avoir le soin de rafraîchir constamment, à l'aide d'un courant d'eau froide s'écoulant en un petit filet du robi-

Fig. 20.



net F d'un flacon A, et passant par un entonnoir K et un tube latéral dans le bas du vase contenant le serpentin, afin de recueillir à l'état liquide tout l'alcool volatilisé; l'eau échauffée sort continuellement par un tube dit *trop-plein* I, et tombe dans un récipient G : il convient, d'ailleurs, que la température du produit de la condensation soit de 15°, afin d'éviter toute correction sur le degré alcoométrique.

On plonge alors l'alcoomètre dans le liquide distillé, et transvasé dans une éprouvette plus étroite, assez profonde pour laisser librement flotter cet instrument, puis on observe le degré que le niveau du liquide affleure.

Il est évident que tout l'alcool contenu dans les 3 décilitres ayant été réuni, par la distillation, dans un seul décilitre, ce dernier volume contient trois fois autant d'alcool qu'il s'en trouvait dans chacun des 3 décilitres employés. Par conséquent, il faut diviser par trois les degrés ou centièmes en volume d'alcool indiqués, pour avoir le titre réel de l'al-

cool essayé. Ainsi, par exemple, si un vin donne le tiers de son volume, ou 1 décilitre sur 3, d'alcool marquant 24°, il en faudra conclure que ce vin contenait 8 volumes d'alcool pur pour 100 de son propre volume.

Dans le cas où l'on voudrait essayer ainsi un liquide alcoolique plus riche, contenant, par exemple, 40 à 60 centièmes de son volume d'alcool pur, on devrait conduire l'opération plus lentement et la continuer jusqu'à ce que la moitié du volume employé ou les deux tiers fussent passés à la distillation; on comprend que, dans ce cas, suivant qu'on aurait recueilli, pour 3 décilitres mis dans la cucurbite, 1,5 ou 2 décilitres de produit distillé, il faudrait prendre la moitié ou les deux tiers du degré observé pour avoir l'indication de la quantité d'alcool pur en volume contenue dans le vin employé (voyez, page 170, les résultats d'essais, avec cet appareil, des différents vins, bières et cidres).

FABRICATION DES VINS A DISTILLER.

Les opérations qui ont pour but la fabrication de l'alcool à l'aide du fruit de la vigne n'exigent pas certains soins minutieux relatifs à la préparation des vins de table; mais il peut être avantageux de prendre des précautions spéciales en vue d'obtenir la plus grande quantité possible d'alcool exempt de mauvais goût.

Ces opérations, dans tous les cas, consistent à récolter le raisin, à mettre en liberté le jus contenu dans le fruit, à faire fermenter directement le mélange des grappes écrasées et du jus, ou bien à séparer celui-ci avant la fermentation, enfin à distiller le liquide vineux; on y parvient à l'aide de la *vendange*, du *foulage* (après ou sans égrappage préalable), du *pressurage* et de la *fermentation*, sauf à intervertir, suivant les cas, ces deux dernières opérations; enfin, de la *distillation*.

Vendange. — Cette première opération, toute manuelle,

doit se faire, autant que possible, en cueillant les grappes à l'aide de petites serpettes, dans les vignobles de chaque canton, à l'époque de la maturité du raisin. Lorsque la récolte se fait dans des propriétés closes, il est presque toujours facile d'attendre l'époque de cette maturité correspondante au maximum de sucre (glucose) sécrété (1). Si la vigne, cultivée en hautains et soutenue par des arbres, comme en Toscane, offrait de grandes inégalités sous ce rapport, il serait avantageux de vendanger en deux fois, afin de laisser mûrir les raisins encore verts lors de la première vendange.

On est obligé, dans la plupart des vignobles, de se conformer à la décision générale, prise sur l'avis de vignerons expérimentés, qui annonce les vendanges lorsque le moment est propice relativement à l'intérêt général des propriétaires de la localité; car on s'exposerait à d'inévitables dévastations en laissant une vigne non vendangée au milieu de celles où le parcours et le *grappillage* seraient alors permis.

Dans ce cas, on peut mettre à part les raisins verts ou à demi mûrs, afin d'éviter que l'excès d'acide porte la perturbation dans la fermentation alcoolique de l'ensemble; sauf à en obtenir un vin de qualité inférieure, dont on peut, en certaines circonstances, améliorer le titre alcoolique par l'addition d'une matière sucrée peu dispendieuse.

Foulage. — On doit écraser les grains de raisin au fur et à mesure de l'arrivée des produits de la vendange : on y procède très-généralement en foulant aux pieds les grappes dans la cuve; mais bientôt le volume augmente au point que la plupart des grains échappent à l'écrasage. Il est facile d'éviter cet inconvénient, soit en écrasant un à un le contenu de chaque panier dans un baquet que l'on vide dans la cuve un grand nombre de fois jusqu'à ce qu'elle soit remplie. Une

(1) On est parfois obligé de devancer l'époque de la maturité entière lorsque la végétation se trouve, par une saison défavorable, trop retardée pour qu'on puisse espérer atteindre à la maturité complète.

méthode plus convenable encore consiste à pratiquer le foulage sur un sol dallé en pierres imperméables, offrant une légère pente qui fasse écouler le jus dans un récipient d'où on le monte, à l'aide d'une pompe et de caniveaux en bois successivement, dans chacune des cuves du cellier.

On comprend que plusieurs hommes peuvent fouler simultanément les grappes de raisin sur le même dallage; cette disposition facilite l'égrappage utile, surtout lorsqu'un grand nombre de grains avortés par suite de la *coulure* laisseraient trop dominer les *rafles*.

On remplace parfois avantageusement le foulage, au moyen d'un écrasage mécanique entre deux cylindres assez distants pour éviter d'écraser les pepins; ces cylindres (disposés comme pour écraser les tubercules; voir fig. 19, page 124) peuvent être enveloppés de grillages métalliques qui, rendant leur surface rugueuse, facilitent l'introduction des grappes et l'écrasage du fruit.

L'égrappage peut être rendu également très-facile à l'aide de grillages tendus horizontalement, et sur lesquels on fait frotter à la main ou mécaniquement les grappes, de façon à les dépouiller de tous les grains qui passent dans les mailles, tandis que la rafle, bien plus volumineuse, reste dessus pour être rejetée à part. On obtient le même résultat en jetant les grappes dans une trémie devant un cylindre armé de broches en saillie qui, dans son mouvement de rotation (50 à 100 tours par minute), entraîne successivement toutes ces grappes entre sa surface et un grillage courbe parallèle. Le frottement énergique, produit de cette manière, force tous les grains à passer au travers des mailles, tandis que les rafles sont rejetées en arrière du cylindre, là où se trouve limité le grillage courbe.

Aussitôt après l'égrappage, on doit compléter le foulage des grains par un des procédés indiqués ci-dessus.

En tout cas, il est utile de compléter du premier coup le foulage du raisin, pour éviter les graves accidents qui résultent de la pratique d'un deuxième foulage dans la cuve; cette

opération, faite en vue de profiter de la première fermentation qui a diminué la résistance des enveloppes ou pellicules du raisin, expose les hommes aux émanations de vapeurs alcooliques et de gaz acide carbonique qui, trop souvent, occasionnent des asphyxies mortelles. Cette pratique dangereuse nous semble devoir être prohibée dans l'intérêt de la salubrité publique.

Pressurage. — Suivant que l'on veut obtenir un vin fermenté, sans ou avec le contact des grappes et grains écrasés, l'expression s'effectue directement après l'écrasage et le soutirage du premier jus écoulé directement de la cuve, ou seulement après la fermentation dans la cuve.

Les pressoirs sont, en général, en bois et d'une construction assez simple, bien que solide, parce que leur emploi, se bornant à quelques opérations chaque année, ne permet pas une forte dépense de premier établissement; un grand nombre, cependant, sont aujourd'hui munis de fortes vis en fer, bien préférables aux vis en bois.

Fermentation. — A la température ordinaire de 12 à 18°, dès que le jus du raisin est sorti des cellules qui le renfermaient, le contact de l'air détermine le développement du ferment alcoolique ; sous l'influence de celui-ci, la matière sucrée se transforme, comme nous l'avons dit plus haut, en alcool et en acide carbonique, et quelques centièmes des produits accessoires : acide succinique, glycérine, etc.; d'autres fermentations : œnanthique (1), aldéhydique, acétique, parfois lactique, etc., prennent bientôt naissance et pourraient dominer, préparer même des altérations plus fâcheuses, des moisissures, la fermentation butyrique, putride, etc., si le moût était exposé, par une trop grande surface, à l'action de l'air

(1) On suppose que l'*huile essentielle* des vins de raisin, qui passe à la fin des distillations, est un produit de fermentation, car elle n'a pu être extraite des jus non fermentés. Cette *essence* est formée d'un éther composé : d'éther C^4H^5O et d'acide œnanthique $C^{14}H^{13}O^3$; plus, d'un

atmosphérique et à des variations notables de température ; afin de prévenir ces accidents, on place le moût ou le mélange de raisins écrasés et de jus dans de grandes cuves en bois ou des citernes en maçonnerie couvertes. Ces citernes, cimentées à la chaux, sont en usage dans le Midi; à la partie supérieure, des poutrelles supportent un plancher sur lequel on jette le raisin; des hommes le piétinent avec leurs sabots, puis soulèvent une des planches et font tomber dans la citerne tout ce qui ne s'y est pas écoulé directement (1). On soulève à volonté une portion du couvercle, soit pour surveiller la réaction et opérer le soutirage du vin, soit pour entrer dans la cuve, enlever le marc, etc.

Lorsque la fermentation doit se prolonger, surtout en vue de conserver plus ou moins longtemps le vin soutiré ou résultant de la fermentation directe du moût, tout en augmentant la proportion d'alcool, les cuves doivent être closes; on se sert, parfois même alors, de très-grands tonneaux appelés foudres, d'une contenance de 100 à 500 hectolitres.

La fermentation continue lentement dans ces grands vases; mais il est bon d'employer une disposition qui permette l'issue facile et continue de l'acide carbonique, afin d'éviter que ce gaz, en s'accumulant dans le vase clos, n'y puisse exercer une pression capable d'occasionner la rupture des cercles. On fait usage avec succès, pour atteindre ce but, d'une bonde

excès d'acide œnanthique libre. Le mélange, doué d'une odeur forte de vin, comme chacun de ses composés, entre en ébullition à une température plus élevée que l'alcool et même que l'eau.

L'éther œnanthique, en effet, bout à 230° ; il est insoluble dans l'eau qu'il surnage, sa densité étant de 0,862 : sa saveur est âcre et désagréable. Il est très-soluble dans l'alcool et dans l'éther hydrique.

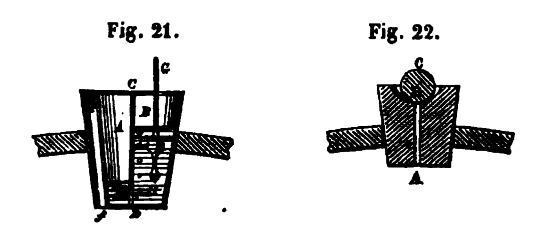
L'acide œnanthique bout à 295° environ ; sa consistance est butyreuse à la température ordinaire ; il devient liquide lorsqu'on l'échauffe. Il n'est pas sensiblement soluble dans l'eau, bien qu'il puisse rougir la teinture bleue de tournesol.

(1) On parvient à rendre les chargements plus économiques au moyen d'un chemin en pente douce qui facilite l'arrivée des voitures jusqu'au niveau des bords supérieurs de la citerne, plus ou moins élevés au-dessus du sol.

hydraulique, dont j'ai indiqué la construction ; on se sert aussi des bondes imaginées depuis par M. Sébille et M. Boudot d'Angers.

Les fig. 21 et 22, ci-dessous représentent deux de ces us-

Fig. 21. Fig. 22.



tensiles placés dans le trou de bonde d'un grand tonneau ; la fig. 21 représente une bonde hydraulique creuse, en fer-blanc, ayant la forme extérieure conique d'une bonde ordinaire; elle est divisée en deux capacités A, B par un diaphragme, plan intérieur suivant l'axe; à la partie inférieure de ce diaphragme, une ouverture H laisse communiquer entre elles les deux capacités; l'intérieur de la bonde, dans le premier espace A, est en communication libre avec l'intérieur du vase (tonneau, foudre ou cuve) par un tube *e*, *f*, accoté contre sa paroi; une ouverture G, correspondante à la partie supérieure de la capacité B, laisse cette deuxième partie communiquer avec l'air atmosphérique.

Voici comment on fait usage de cette bonde : on l'emplit, à moitié de sa hauteur, en versant de l'eau par l'ouverture G, puis on la pose sur le tonneau (ou le couvercle de la cuve) ; dès lors, si la fermentation alcoolique continue ses progrès, le gaz acide carbonique augmente la pression dans l'intérieur du vase. Cette pression s'exerce par le tube *f*, *e* ; dans la capacité A, elle fait refluer le liquide par l'ouverture au bas du diaphragme dans la deuxième capacité B, et le gaz y passe en bulles qui s'élèvent au travers de l'eau pour sortir par l'ouverture G. Si, par cette ouverture, on a placé dans la bonde un flotteur à tige, par exemple, sous forme d'aréomètre G H, il suivra les mouvements du liquide et oscillera par l'effet du

dégagement des bulles; dès que, la fermentation cessant, le dégagement s'arrêtera, la température deviendra moindre; la pression intérieure du vase étant plus faible que celle de l'air, l'eau sera poussée de la capacité B dans la capacité A de la bonde; en même temps le flotteur G H s'abaissera.

On voit qu'à l'inspection de ce flotteur on sera averti de l'état de la fermentation, et qu'il ne rentrera dans le vase qu'une faible quantité d'air. Le flotteur peut être construit très-simplement à l'aide d'une tige en fil de fer passée au travers d'un bouchon de liége, et contournée en spirale à la partie inférieure retenant une petite balle de plomb ou de fonte pour faire contre-poids.

La bonde de sûreté, inventée par M. Boudot, sans donner une fermeture ni des indications aussi complètes, peut manifester au dehors les progrès et la cessation de la fermentation alcoolique. Cet ustensile est, d'ailleurs, d'une construction très-simple et économique; il se compose d'une bonde ordinaire en bois, fig. 22 ci-contre, percée d'un trou formant, suivant l'axe, un tube ouvert des deux bouts A B; la partie supérieure de la bonde est creusée, comme la figure l'indique, sous forme de capsule; on pose sur le trou B, au bout du conduit A B, une boule en bois C, qui ferme l'orifice B; un faible effort du gaz acide carbonique suffit pour déranger la boule, qui lui livre passage et se remet spontanément à sa place, lorsque le dégagement cesse. On est donc averti, par le mouvement ou le repos de la boule, des progrès et de la cessation de cette fermentation, et l'accès libre de l'air ambiant est assez bien prévenu pour éviter une des causes principales de la fermentation acétique.

Décuvage. — Le moment convenable pour livrer le vin à la distillation est celui où la totalité de la glucose se trouve transformée en alcool; on peut être guidé sur ce point par les essais à l'alambic de Gay-Lussac ci-dessus décrit. Il serait facile de compléter les indications que donne cet ustensile, en faisant évaporer la vinasse restée dans la cucurbite après

l'essai, et vérifiant si elle contient encore de la matière sucrée; on ferait cette recherche assez facilement en essayant, sur une quantité un peu plus grande de ce résidu de la distillation (par l'addition de l'eau, 10 fois son poids; de 4 ou 5 centièmes de levûre, et, à l'aide d'une température convenable, 20 à 25°), de produire une fermentation alcoolique dont le résultat, constaté à l'alambic d'essai, compléterait les données utiles.

Quant aux motifs qui peuvent déterminer à suivre la méthode de la fermentation du moût (seul liquide séparé du marc) ou du cuvage du moût avec les raisins écrasés, ils se fondent tantôt sur la qualité meilleure des eaux-de-vie et alcools obtenus en distillant les vins fermentés, sans cuvage avec les grappes écrasées, comme nous l'avons dit plus haut; tantôt sur ce qu'on doit prendre en considération la nécessité de garder plus ou moins les vins avant de les livrer aux distillateurs : c'est qu'en effet le moût, en fermentant au contact des rafles, pulpes, pellicules et pepins du raisin, se charge de tanin, d'huiles essentielles, etc., qui concourent à garantir le vin des altérations spontanées.

Il est facile de se faire une idée approximative de la composition du vin en voyant les modifications ou transformations que peuvent éprouver les principes immédiats contenus dans le raisin, énumérés pages 25 et 26; la glucose s'est, pour la plus grande partie, transformée en acide carbonique dégagé à l'état gazeux, en alcool, acide succinique et glycérine, demeurés presque totalement dans le liquide; une légère proportion de l'alcool s'est convertie en aldéhyde et acide acétique; il s'est produit simultanément des traces d'alcool amylique et d'éther œnanthique, cause de l'odeur vineuse générale, mais non du bouquet particulier à chaque vin qui dépend surtout de certaines huiles essentielles comme l'arome propre aux eaux-de-vie de première qualité. La matière colorante, d'abord violette-bleuâtre dans les vins nouveaux, tourne au violet rougeâtre sous l'influence de l'acidité plus développée qui fait virer au rouge la couleur bleue;

puis, à la longue, la matière rouge se détruisant, la couleur jaune domine et le vin devient orangé ou jaunâtre. L'accroissement des proportions d'acide et d'alcool favorise la séparation du bitartrate de potasse, qui se dépose en partie et forme des plaques cristallines sur les parois des tonneaux.

Maladies des vins. — La plupart des altérations spontanées que l'on désigne ainsi sont au nombre des causes qui engagent à distiller les vins. Il est souvent utile d'entraver les progrès de ces altérations, surtout lorsque le temps ou les appareils manquent pour les soumettre assez tôt à la distillation. Voici les principales mesures à prendre en cette occurrence.

Vins bleus. — On désigne ainsi les vins, primitivement rouges, tournés à la teinte violette-bleuâtre par une réaction alcaline; cette réaction elle-même dépend d'une fermentation butyrique ou putride, suite, parfois, de l'addition d'un excès de sang pour le collage; durant cette fermentation anormale, le bitartrate est, en partie, transformé en carbonate de potasse, qui produit la réaction alcaline, et par conséquent fait virer au bleu la couleur rouge en même temps qu'une odeur désagréable se manifeste. S'il s'agissait d'un vin encore notable, on corrigerait, en partie, ce défaut en ajoutant de l'acide tartrique, qui reproduirait du bitartrate; mais, pour les vins à distiller, on emploiera un acide à meilleur marché, l'acide sulfurique, par exemple, qui, déplaçant les acides *végétaux*, formera du sulfate de potasse; on doit en ajouter seulement la quantité suffisante pour donner au vin une acidité légère qui ramène la coloration violette-rougeâtre.

Acidité trop forte. — On peut faire, en partie, disparaître cette altération, pour les vins à boire, par l'addition du tartrate neutre de potasse, qui sature l'excès d'acide en formant de l'acétate et du bitartrate de potasse : elle n'aurait d'inconvénient grave, relativement aux vins à distiller, que si l'on attendait trop longtemps pour les soumettre à la distillation, car alors l'alcool continnerait à se transformer en

acide acétique. Ce qu'il y a de mieux à faire, en pareil cas, est de distiller ces vins le plus tôt possible ou de les livrer à la fabrication du vinaigre.

Vins filants. — Une altération spéciale de la matière azotée, dont la présence, en trop forte proportion, tient à un défaut de tanin, affecte surtout les vins qui n'ont pas cuvé, les rend visqueux ou filants; on corrige ce défaut à l'aide de matières astringentes : pour une pièce de 230 litres, 15 grammes de tanin pur ou 500 grammes de sorbes cueillies avant leur maturité, ou 50 grammes de noix de galle en poudre, ou, plus économiquement encore, s'il s'agit de vins à distiller, environ 400 grammes de tan d'écorce de chêne moulue. Quant aux autres maladies des vins, qui les rendent *troubles* par une fermentation surexcitée, *amers* par une fermentation trop prolongée, *piqués* par le développement de moisissures ou de champignons blanchâtres à la superficie, ce qu'il y a de mieux à faire est de livrer le plus rapidement possible ces vins à la distillation et de rectifier ensuite l'alcool qui en provient.

Les vins offrent, parfois, un *excès de couleur* et *d'astringence;* relativement aux vins de table, ce sont des défauts que l'on corrige par des collages répétés avec la gélatine ou l'albumine; mais, en ce qui concerne la distillation, ces caractères particuliers n'ont aucun inconvénient.

Inertie des moûts ou des vins. — A l'époque où se font les vendanges dans le plus grand nombre des régions viticoles, la température de l'atmosphère, déjà notablement refroidie, se trouve au-dessous de 15° centésimaux ; elle est souvent trop basse pour développer ou soutenir une bonne fermentation alcoolique; les vins, dans ces circonstances, conserveraient trop longtemps leur matière sucrée, si l'on ne prenait certaines précautions de nature à favoriser la conversion de la glucose en alcool.

Voici ce que l'expérience et le raisonnement ont appris à cet égard : on doit éviter de commencer la vendange trop matin, chaque jour, aux heures où le raisin est très-refroidi

par l'effet de la rosée qui commence à s'évaporer; si l'on ne peut attendre une heure de la journée assez avancée pour que la température se soit élevée au point convenable, du moins faut-il, avant de commencer le foulage, laisser le raisin cueilli s'échauffer spontanément dans les paniers ou dans les cuves, à mesure que la température de l'air ambiant s'élève; on parvient à obtenir plus promptement cet effet utile en échauffant l'air du cellier à l'aide d'un poêle. On comprend que, dans les deux cas, il soit facile d'échauffer par l'air ambiant le raisin en raison de la grande surface de contact qu'il présente, tandis que la masse liquide résultant du foulage n'offrirait alors qu'une surface de contact relativement fort restreinte. Il peut même être avantageux de soutenir ultérieurement la fermentation, en entretenant, par un poêle ou un calorifère, la température dans les celliers à 16 ou 18° centésimaux. Quant aux fermentations établies ou continuées dans de grandes citernes, la masse considérable suffit avec la réaction elle-même, qui produit de la chaleur, pour entretenir le degré de température utile.

Un des moyens d'activer la fermentation, qui se ralentit dans les cuves ordinaires, consiste à refouler avec des râbles, dans le liquide, *l'écume* consistante formée des pellicules, rafles, etc., amenée à la superficie par le gaz acide carbonique.

Cette sorte d'écume, désignée sous le nom de *chapeau*, ayant entraîné avec elle une partie de la levûre active en suspension, il est facile de comprendre qu'en la faisant plonger de nouveau on dissémine cette levûre, qui ranime la fermentation alcoolique.

On parvient, d'une manière analogue, à régulariser la fermentation, et l'on évite certaines altérations superficielles en maintenant le *chapeau* constamment immergé. A cet effet, dès que la cuve est pleine de raisin écrasé ou foulé, on fixe un grillage en bois au niveau du moût, à l'aide de quelques tasseaux ou d'un cercle intérieur. Bientôt après, la

fermentation commence : les nombreuses bulles de gaz interposées augmentent le volume de toute la masse ; le liquide s'élève un peu au-dessus du grillage, qui retient les rafles et pellicules : celles-ci arrêtent la levûre, qui reste, par conséquent, en contact avec le moût, et continue d'agir sur la matière sucrée.

Dans tous les cas, il est avantageux de maintenir la cuve couverte, ne fût-ce, comme dans de modestes exploitations, qu'à l'aide de quelques planches sur lesquelles on étend des lambeaux de toile, des vieux sacs et même des couvertures.

Dans les années froides, vers l'arrière-saison, le raisin ne peut mûrir complétement ; le moût qu'on en obtient est faible, acide et peu sucré. Le vin ne saurait se conserver longtemps ; s'il ne peut être conservé comme boisson, on devra le distiller aussitôt que la fermentation alcoolique aura accompli toutes ses phases, afin d'éviter la transformation graduelle de l'alcool en acide acétique. Si l'on avait à sa disposition une matière sucrée à bon marché, telle que du miel, du sucre brut, de la mélasse, du sirop de fécule, on pourrait facilement augmenter la proportion d'alcool dans un vin de cette nature, tout en améliorant les conditions de la fermentation alcoolique, car on ajouterait la matière sucrée (dissoute dans l'eau chaude) au moût, immédiatement après le foulage ; 3 à 6 pour 100 suffiraient, en général, pour compenser le déficit de la sécrétion sucrée, produire la quantité normale d'alcool et assurer la conservation du vin.

S'il s'agissait de vin à boire, on devrait employer du sucre blanc, et il pourrait être avantageux de le dissoudre dans une quantité d'eau égale à la moitié du volume du jus (sauf à porter la dose de sucre à 8 ou 10 centièmes) ; ce serait un moyen de diminuer, dans la même proportion, les matières étrangères, et notamment les acides en excès dans le raisin cueilli avant sa maturité ; on y trouverait, en outre, l'avantage de pouvoir favoriser la fermentation en élevant la température de l'eau au degré convenable, pour que le mélange atteignît 15 à 17° centésimaux. Dans les années de hauts

prix des vins, cette dernière méthode est avantageuse relativement aux crus médiocres; elle ne saurait être appliquée avantageusement aux vins des grands crus, dont la valeur est amoindrie, même par de légers changements dans l'arome et la saveur de ces vins fins.

On emploie, en quelques pays vignobles, pour cuver ou faire fermenter les moûts, des citernes ou vastes *cuves* en maçonnerie, ordinairement construites en briques très-*cuites* (ou dont la pâte a éprouvé une sorte de demi-vitrification qui les rend inattaquables pour les liquides), cimentées avec un mortier de chaux; on emploie aussi les pierres meulières, maçonnées avec de la chaux hydraulique et enduites d'un ciment lissé à la truelle. Ces sortes de récipients pourraient, pendant plusieurs années, communiquer aux vins fins une saveur particulière qui les déprécierait. Un pareil inconvénient n'est pas autant à craindre lorsque les vins sont destinés, comme la plupart des vins à distiller du Midi, à la préparation des alcools dits *esprits trois-six*. Ces grandes cuves peuvent être garnies d'une bordure en pierre à rainures, pour recevoir les planches ou madriers formant, par leur assemblage, un couvercle muni d'une large ouverture (dite trou d'homme) close à volonté.

On peut aussi remplacer le couvercle en bois par une voûte en maçonnerie, au milieu de laquelle une ouverture cylindrique se termine par une margelle en pierre de taille servant de trou d'homme.

Il est bon de disposer, au bas de ces citernes, une baie en pierre de taille qui permette d'y adapter une porte ou un obturateur facilitant les soutirages et les nettoyages.

Premier soutirage. — Lorsque le produit doit être du vin de table, le moment du décuvage est indiqué par la cessation de la première fermentation vive, car une fermentation très-lente, la plupart du temps insensible, doit continuer dans les tonneaux; aussi reste-t-il, après les collages et diverses manipulations jusqu'à la mise en bouteilles, une petite quantité de matière sucrée qui décroît graduellement. Cette sub-

stance concourt à compléter la saveur agréable du vin. Il en est autrement des vins à distiller, dans lesquels on a intérêt à transformer la totalité de la substance sucrée (glucose) en alcool. On peut donc, dans ce cas, laisser séjourner plus longtemps le vin sur le marc, afin que l'action du ferment alcoolique s'achève; on est guidé, à cet égard, par l'abaissement de la densité du moût, de 8, 9 ou 12° qu'il avait au moment du premier foulage jusqu'au zéro de l'échelle aréométrique ou même un peu au-dessous, au moment où la fermentation alcoolique arrive à son terme.

La même indication sert de guide lorsque la fermentation du moût, soutiré directement de la cuve, s'effectue dans des tonneaux à bonde ouverte ou munis d'une bonde de sûreté.

Il est facile de comprendre que la diminution de la densité du moût soit l'indice et jusqu'à un certain point donne la mesure des progrès de la fermentation alcoolique; en effet, à mesure que cette fermentation s'avance, le *sucre*, dont la solution est plus dense que l'eau pure, se trouve remplacé par l'alcool, qui est, au contraire, plus léger ou moins dense que l'eau. Le même phénomène offre un guide assuré dans toutes les fermentations alcooliques; on peut même l'appliquer à l'essai pratique des vins ou liquides quelconques ayant subi cette fermentation.

Supposons, en effet, que, n'ayant pas à sa disposition un alambic d'essai, on veuille connaître le volume d'alcool pur que renferme un vin quelconque.

On ramènera sa température à 15°, en plongeant l'éprouvette, qui en contient un échantillon, dans de l'eau à cette température (à défaut de thermomètre, on se contenterait de tenir l'éprouvette plongée, jusque près des bords, pendant un quart d'heure, dans un seau d'eau qui serait tout récemment tirée du puits); on indiquerait la hauteur du liquide dans le tube et l'on y mettrait un aréomètre Baumé (ou un densimètre); on constaterait, par exemple, que ce liquide marque 0° ou 1 degré au-dessous; on le soumettrait à l'ébullition, de manière à faire évaporer un tiers ou moitié de son

volume, suivant sa richesse présumée; on remplacerait à 10 ou 15 centièmes près, par de l'eau pure, le liquide vaporisé, puis on ramènerait la température à 15° ou à celle de la même eau de puits tirée à l'instant. Supposons qu'en y plongeant l'aréomètre on constate alors que le liquide marque 3° 1/2, il sera évident que ce changement ou cet accroissement de densité sera dû à la volatilisation de l'alcool, et, afin d'en connaître très-approximativement la quantité, il suffira d'ajouter, avec un tube gradué, le volume d'alcool (à la même température) nécessaire pour ramener le vin épuisé ou la vinasse à la densité primitive de 0° ou 1 degré au-dessous, du même aréomètre; ce volume représentera le volume d'alcool que contenait le vin normal, c'est-à-dire avant d'avoir été soumis à l'ébullition. Si, par exemple, on a dû verser, pour compléter les 3 décilitres ou 300 millilitres employés, 18 millilitres d'alcool à 90° centésimaux, on en devra conclure que le vin essayé contenait 6 pour 100 de son volume d'alcool à 90°.

S'il est facile de se rendre compte des proportions d'alcool contenues dans un vin à distiller ou dans un vin de table dont on veut apprécier la force, il est, au contraire, très-difficile de déterminer, à priori, la qualité des eaux-de-vie et même de l'esprit fin bon goût; par conséquent, la valeur du produit qu'on en peut obtenir : c'est que cette valeur repose en grande partie, surtout relativement aux eaux-de-vie de table, sur l'arome et la saveur, et que ces qualités sont jusqu'ici appréciables seulement par les organes exercés de la dégustation; c'est, enfin, parce que l'on n'a pu trouver encore de procédés, d'ustensiles ou d'appareils de nature à en donner une mesure quelconque.

Il faut donc, à cet égard, se contenter des notions acquises sur les crus, les procédés distillatoires qui donnent les meilleurs résultats et la dégustation; quant aux crus, nous avons énuméré plus haut ceux qui donnent les eaux-de-vie de France des première, deuxième et troisième qualités commerciales; nous ajouterons ici que certains vins caractérisés par un goût de terroir prononcé donnent des eaux-de-vie participant de

leur goût particulier ; qu'ainsi l'on reconnaît dans les produits distillés le goût légèrement sulfuré ou de pierre à fusil des vins de Côte-Rôtie et de quelques autres, les odeurs *d'ardoise* des vins de la Moselle, de succin des vins du Holstein, d'iris du vin de Selluel en Dauphiné, de violette des vins de Saint-Pierre en Vivarais.

Pour donner une idée de la valeur résultant de l'arome des eaux-de-vie de Cognac, il suffit de comparer leur cours avec celui des alcools. En 1858, l'eau-de-vie dite *de Champagne*

De l'année.	1852, à 59°,	valait	480 fr. l'hectol.
De l'année.	1855,	—	388
Dite *des bois*, de l'année.	1852,	—	420
— de l'année.	1856,	—	348

tandis que l'alcool trois-six de vin (Béziers) se vendait 215, et l'alcool de 90° à 94° bett. 110 à 114 : ce dernier, proportionnellement à son degré, était donc six fois moins cher que l'alcool de l'eau-de-vie de Cognac.

Voici quelle est, en ce moment (1861), la valeur commerciale, par hectolitre, des alcools et boissons alcooliques :

Alcool 3/6 de garance (Avignon).	65 fr.
— — de betterave mauvais goût.	74
— — de betterave fin 90°.	102 à 107
— de vin (Montpellier).	125 à 130
Eau-de-vie de la Rochelle.	110
— petite Champagne (1860).	150
— grande Champagne (1860).	180

D'après les cours actuels, si l'on ne tenait compte que des quantités d'alcool, on voit qu'elles coûteraient quatre fois plus dans l'eau-de-vie de première qualité de 1860 que dans les trois-six des eaux de garance (1).

Les proportions d'alcool dans les vins et les cidres varient

(1) Les différences apparaissent bien plus grandes encore lorsque l'on compare entre elles les valeurs des vins de nos grands crus (de Bordeaux, de la Côte-d'Or, etc., etc.), qui contiennent, dans leurs cinq ou six classes, seulement 9 à 13 centièmes d'alcool et se vendent de 20 jusqu'à 500 francs l'hectolitre, suivant leurs qualités et leur bouquet.

suivant les variétés de fruits, le sol, l'exposition, les saisons, les procédés de cuvage, les soins et les chances de conservation; les essais alcoométriques peuvent seuls offrir des données certaines à cet égard. Nous indiquerons, à titre de renseignements, les résultats moyens des essais des principaux vins, cidres et bières :

PROPORTIONS, EN VOLUMES, D'ALCOOL PUR CONTENUES DANS 100 PARTIES DE VIN ET DE QUELQUES AUTRES BOISSONS.

Porto et Madère	20
Bagnouls, Xérès, Lacryma-Christi	17
Grenache, Madère vieux	16
Jurançon blanc	15,2
— rouge	13,7
Vin de Lunel	13,7
Saint-Georges, Malaga, Chypre	15,0
Vauvert	13,3
Frontignan	11,8
Ermitage blanc	15,5
Vin de Côte-Rôtie	11,3
— Sauterne blanc	15
— Beaune blanc	12,2
1842. Beaune (clos de la Mousse)	13,50
1842. Volnay	12,27 à 14,73
1842. Nuits	13,98
1842. Dijon	12,60 à 13
1839. Chambertin	12,46
1850. Dijon (1)	10
1840. Château-Laffitte	8,70
1840. Château-Margaux	8,75
1840. Château-Latour	9,33
1840. C.Destournel,Ch.Haut-Brion,Br.Mouton	9,33
1840. Léoville et Cantenac	9
1840. Giscours	9,10
1840. Gruau-Laroze	9,85
1841. Saint-Estèphe (2)	9,75
Vin de Barsac blanc, 1er cru	13,7
— — 2e cru	12,6
— — 3e cru	12,1
— Poudenzac bl., 1er cru	13,7
— — — 2e cru	13
— — — 3e cru	12,1
Claret (Bordeaux exporté à Londres)	13
Blaye	10,25
Libourne	9,85
Saint-Émilion	9,18
Parsac	9,45
La Réole	8,50
Cubzac	8,75
Château-Laffitte et Château-Margaux	8,7
Château-Latour	9,3
Giscours et Léoville	9,4
Laroze-Kirwan	6,8
Cantenac	9,2
Tronquoy-Lalande	9,9
Saint-Estèphe	9,7
Volnay	11
Mâcon	10
Champagne mousseux	10 à 11,6
Cher	8,7
Coteaux d'Angers	12,9
Saumur	9,9
Gooseberry wine (vin de groseilles, eau-de-vie et sucre)	10,7

(1) Les six vins ci-dessus, de la Bourgogne, ont été essayés par M. E. Delarue, en 1852.

(2) Les douze vins ci-dessus, des grands crus de Bordeaux, ont été ana-

Tokai	9,1	Bières anglaises. Burton ale	8,2
Rhin	11 à 11,9	Edinburgh ale	5,7
Châtillon	7,5	London porter (brown stout)	3,9 à 4,5
Verrières	6,2	Petite bière	1,2
Vins vendus en détail à Paris	8,3	Bière de Strasbourg	3,5 à 4,5
Vin de lie	7,6	Bière rouge et bière blanche de Lille	2,9 à 3
Cidre	4 à 6,1	Bière de Paris petite	1
Poiré	6,7	— — double	2,5

Distillation des vins. — Les procédés ainsi que les appareils les plus convenables pour cette opération varient nécessairement suivant que la valeur du produit dépend plus, soit de son arome particulier, soit de sa richesse alcoolique.

Dans le premier cas, que nous examinerons d'abord, l'économie du combustible et celle de la main-d'œuvre sont des conditions secondaires; après avoir, dans la récolte, le pressurage et la fermentation (en évitant le cuvage ou le contact prolongé du moût avec les pellicules du fruit), pris toutes les précautions que nous avons indiquées en vue d'éliminer la plus grande partie des *huiles essentielles*, à odeur désagréable, on doit effectuer la distillation de manière à faire passer et condenser, outre la vapeur alcoolique, les vapeurs éthérées et les essences moins volatiles que l'alcool qui contribuent au bouquet des eaux-de-vie fines; l'appareil le plus simple, l'ancien alambic, composé d'une cucurbite et d'un serpentin (1), satisfait à ces conditions; seulement il exige deux distillations pour un vin contenant environ 10 centièmes d'alcool : on obtient, d'une première opération, de l'alcool faible entre 28 et 32°, dit *petites eaux* ou *flegmes*. Les flegmes, redistillés, donnent de l'eau-de-vie de 50 à 55°; les dernières portions, distillées jusqu'à 1° ou 0°, sont mises

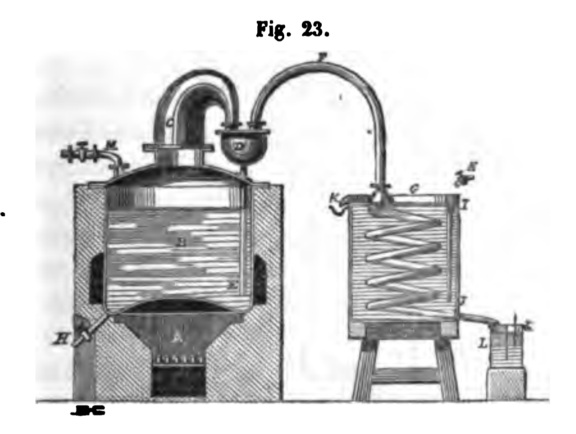
lysés par M. Fauré. En 1844, le maximum, dans les vins de la Gironde, a été de 15, et dans les vins rouges de 11 pour 100.

(1) Dès le XVIIe siècle, le célèbre Glauber avait apporté d'heureuses modifications aux ustensiles distillatoires, en disposant, le premier, un tube en serpentin immergé dans l'eau comme réfrigérant, et construisant un appareil distillatoire reproduit par Woulf pour diverses opérations des laboratoires, et par E. Adam, pour la distillation des vins.

à part, on les ajoute au vin pour une opération suivante.

Afin d'obtenir directement de l'eau-de-vie plus forte qui exigerait, en employant l'ancien alambic, trois distillations successives, on interpose entre la chaudière B et le serpentin G (fig. 23 ci-dessous) un vase analyseur D, qui condense une

Fig. 23.



partie des vapeurs les plus aqueuses et laisse retourner par la douille inférieure D E le liquide dans la chaudière; les vapeurs plus alcooliques passent par le tube F dans le serpentin G, où elles se condensent en totalité sous l'influence d'un courant continu d'eau froide. Cette eau est amenée d'un réservoir supérieur, par le robinet H et un tube latéral I, au fond du vase contenant le serpentin; l'eau, graduellement échauffée, s'écoule continuellement aussi par le tube trop-plein K.

L'eau-de-vie distillée est reçue dans un récipient-éprouvette L, où l'on constate son degré à l'aide d'un aréomètre ou alcoomètre ordinaire; deux robinets à la partie supérieure du récipient I permettent de diriger le produit soit dans le réservoir à l'eau-de-vie, soit dans celui qui reçoit les flegmes. La vinasse est extraite, par un robinet de fond H, de la chaudière, que l'on remplit à l'aide d'un tube à robinet M.

On rendrait l'opération moins dispendieuse de combus-

tible et de main-d'œuvre en interposant, entre la chaudière et le serpentin, le chauffe-vin indiqué, en 1780, par Argand, légèrement modifié : c'est un serpentin dans une enveloppe close M (fig. 24 ci-dessous), adapté, par la partie inférieure

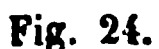
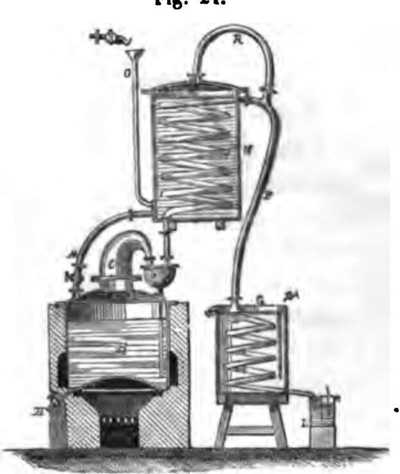


Fig. 24.



de son tube en hélice, au vase analyseur D; la partie supérieure du même tube, sortant au travers des parois, est mise en communication, par un tube recourbé P, avec un serpentin réfrigérant ordinaire G.

La vapeur sortant du vase D se condense partiellement en montant dans le serpentin interposé (qui peut contenir un volume de vin égal à celui d'une charge de la chaudière, afin d'utiliser une partie de la chaleur à échauffer ce vin, et même commencer la distillation d'une opération suivante), en sorte que le serpentin réfrigérant recevant une vapeur plus chargée d'alcool que dans l'appareil simple, en une seule opération l'on obtiendra sans difficulté l'eau-de-vie à 60 ou 65°, sauf les dernières portions réservées pour une opération suivante. La figure ci-dessus, en donnant une idée suffisante de cet appareil, montre comment on pourrait ajouter aux alambics plus simples, usuels,

fig. 25, le serpentin analyseur et chauffe-vin, qui rendrait l'opération plus prompte et plus économique, tout en laissant au nouvel appareil le caractère d'intermittence qui contribue à faire passer dans le produit distillé la proportion utile des *essences* qui distinguent les eaux-de-vie des vignobles spéciaux.

Cette disposition remplit, autant que possible, les conditions favorables des alambics simples, sans avoir les désavantages inhérents à une double ou triple distillation. Quelquefois, en vue d'obtenir des eaux-de-vie douées d'un arome très-délicat, on met à part les derniers produits de la distillation, afin de les rectifier plus tard et d'en obtenir une eau-de-vie de deuxième qualité ou de l'esprit-de-vin ordinaire.

L'eau-de-vie s'obtient incolore au sortir du serpentin ; elle acquiert une couleur ambrée par son contact prolongé avec le bois de chêne des tonneaux neufs, simplement *échaudés ;* lorsque sa couleur est trop faible au moment de la livrer, on y ajoute une faible dose de caramel de sucre ou de glucose.

Fabrication des eaux-de-vie et esprits-de-vin par la distillation continue. — Cette méthode, dont nous avons indiqué plus haut le principe et les avantages particuliers, est économiquement appliquée aux vins communs à distiller en vue d'en obtenir soit des *esprits trois-six* ordinaires, soit des eaux-de-vie communes.

Dans ces circonstances, on a plutôt intérêt à éliminer presque complétement les huiles essentielles de ces vins provenant de crus inférieurs qu'à les faire passer en proportions notables dans les produits de la distillation. Les appareils continus, qui font rétrograder vers la chaudière la plus grande partie des vapeurs aqueuses condensées avec les essences moins volatiles que l'eau et l'alcool, conviennent parfaitement dans ce cas ; ils ne donnent pas des alcools exempts de goût, mais le peu de produits éthérés et d'huiles essentielles du vin, qui les distingue des alcools de mélasse, de betteraves, de grains, etc., accroît leur valeur pour plusieurs usages. S'il s'agissait de les appliquer à la préparation des

liqueurs fines, il faudrait les soumettre à la rectification, comme nous le verrons plus loin.

A la suite d'expériences officielles et comparatives dans le midi de la France, la supériorité, dans ce cas, des appareils Derosne fut reconnue. Nous citerons une de ces expériences faite à Pézenas, en présence de MM. Dunal et Reboul, correspondants de l'Académie des sciences; Saler, Plauche, Gaudion, Laguèze, Hot père et fils, propriétaires, distillateurs. L'essai eut lieu chez ces derniers, comparativement avec un des meilleurs appareils d'Ed. Adam. En voici les résultats :

	APPAREILS	
	Ed. Adam.	Ch. Derosne.
Vin distillé.	12,768 lit.	12,768 lit.
Main-d'œuvre.	2 ouvriers.	2 ouvriers.
Durée de l'opération.	75 heures.	53 heures.
Combustible (houille de Neffiez). .	990 kilogr.	420 kilogr.
Eau pour condenser les vapeurs. .	17,000 lit.	0
Esprit trois-six obtenu (compris petites eaux).	1,622 lit.	1,640 lit.

Les avantages offerts par l'appareil Derosne ont donc consisté 1° dans les économies de 570 kilog. de houille (plus de moitié), 22 heures de temps et de main-d'œuvre à deux ouvriers, et 170 hectolitres d'eau, et 2° dans un excédant de 18 litres d'alcool.

Ces différences sont faciles à comprendre; car, dans l'appareil Adam, il fallait, après chaque chauffe de cinq heures, repasser les petites eaux à l'opération suivante : l'eau froide était indispensable pour refroidir les vapeurs alcooliques, tandis que Derosne y employait le vin, en profitant de sa chaleur acquise; enfin l'opération continue évitait bien mieux les chances de pertes. Toutes ces économies seraient plus considérables encore relativement à de plus grands appareils, car un seul ouvrier peut facilement diriger la distillation d'un appareil continu dans lequel passe, en vingt-quatre heures, soit 6,000, soit 12,000, soit même 24,000 litres de vin.

Quant à la dépense de combustible, le vin, servant à condenser les vapeurs, s'empare sensiblement de toute leur chaleur de vaporisation qu'il ramène à la chaudière, et l'alcool, sortant froid, n'en emporte pas; il n'y a donc de chaleur à dépenser que celle nécessaire pour porter le vin, moins l'alcool, c'est-à-dire la vinasse, à la température de l'ébullition; en admettant un fourneau bien construit, 1 kilog. de houille suffit pour porter à l'ébullition 45 litres d'eau ou de vinasse; si l'on retranche un dixième pour tenir compte des déperditions par les parois extérieures, il faudrait, au plus, 1 kilog. de houille pour 40 lit.,5 de vinasse ou pour 45 litres de vin contenant 1/10 d'alcool; 1,000 litres de vin, donnant 100 kilog. ou l'équivalent de 122 lit.,69 d'alcool pur, n'exigeraient, pour être distillés, que 22k,22 de houille à 4 fr. les 100 kilog., ce serait 88c,88 pour 122 lit.,69 ou 72 c. pour 100 litres (1).

La dépense de main-d'œuvre pour les très-grands appareils, et les intérêts de la valeur de ceux-ci, représentent à peine une somme égale; en sorte que les frais de distillation, non compris les frais généraux (direction, loyers, bureaux, etc.), équivalent, pour un vin de moyenne richesse, à 1 fr. 44 c. par 100 litres d'alcool.

Un vin qui contiendrait plus que le quart de son volume d'alcool à 85°, dit esprit *trois-six*, ne pourrait seul suffire à condenser les vapeurs et refroidir le liquide alcoolique; car la quantité de chaleur abandonnée par les vapeurs, en se liquéfiant, serait plus grande que celle emportée par la vinasse, dont le volume se trouverait alors réduit. Cette richesse extraordinaire du vin se rencontre parfois dans le Languedoc; il faut, dans ce cas, ajouter au vin à distiller un volume d'eau qui réduise son titre alcoolique à 0,25 au plus d'esprit *trois-six*, ou 0,21 d'alcool pur.

L'appareil distillatoire que nous allons décrire est un de

(1) Relativement aux appareils de moyenne et petite dimensions, la dépense de main-d'œuvre serait triplée ou quintuplée pour une égale production.

ceux qui fonctionnent avec succès pour la fabrication de l'alcool de diverses origines, et notamment pour la distillation des vins du Midi, dont on extrait les alcools dits trois-six de Montpellier.

Distillation des moûts fermentés ou vins divers.

Cette opération peut s'effectuer facilement dans les exploitations rurales, à l'aide de l'appareil Cellier-Blumenthal, perfectionné par Derosne; la dimension du n° 3 de ces appareils, dont la chaudière a 85 centimètres et la colonne 25 centimètres de diamètre, est celui que nous avons indiqué. On peut distiller 40 à 50 hectolitres de vin en vingt-quatre heures, ou 20 à 25 hectolitres en douze heures, lorsque, comme dans les fermes, on travaille seulement le jour (1).

Voici la description de cet appareil dessiné pl. 5, fig. 1 :

A, première chaudière placée dans un fourneau au-dessus d'un foyer dont la fumée, ainsi que nous l'avons dit plus haut, passe sous la deuxième chaudière, avant de se rendre à la cheminée. Cette chaudière est à fond bombé; elle est munie d'une large ouverture *a* (de 30 centimètres de diamètre) dite trou d'homme, fermée par un obturateur que l'on ouvre pour les nettoyages. Une soupape de rentrée d'air *a'* est adaptée au centre de cet obturateur; un petit robinet *a''*, fixé sur la chaudière, permet d'en faire sortir un peu de vapeur, lorsqu'on veut faire l'essai de l'épuisement de la vinasse, indiqué plus loin. Un tuyau *b b'*, fixé près du fond et terminé par un robinet, permet de vider, à volonté, cette chaudière; un tube vertical en verre *b b''*, implanté sur le tuyau fixé dans une monture en cuivre et

(1) L'appareil n° 3, 1re série, porte une colonne ayant 30 centimètres de diamètre, et peut distiller, en vingt-quatre heures, 60 hectolitres de vin; le n° 3, dont la colonne a un diamètre de 50 centimètres, distille, en vingt-quatre heures, 120 hectolitres. (Voir, page 274, les données relatives aux différents modèles plus grands de l'appareil Derosne.)

communiquant avec la partie supérieure de la chaudière par un tube horizontal en cuivre, indique, à l'extérieur du fourneau, le niveau du liquide dans la chaudière A.

La chaudière A communique avec la deuxième B, savoir : de la partie inférieure de celle-ci, avec la partie inférieure de la première, par un tuyau *c*, *c' c''* muni d'un robinet *c'*, qui permet d'ouvrir ou de fermer, à volonté, la communication entre les parties inférieures des deux chaudières.

De la première chaudière A, près de sa partie supérieure, part un tube contourné en cercle *d*, *d' d''*, qui se termine près du fond de la deuxième chaudière par une pomme d'arrosoir *d''*, destinée à distribuer en nombreuses bulles la vapeur de la chaudière A ; cette vapeur doit traverser le liquide contenu dans la chaudière B.

Une colonne creuse, en deux tronçons, C D et D E, réunis par une bride D, surmonte la deuxième chaudière.

Le premier tronçon C D contient 19 capsules *e' e''*, enfilées sur trois tiges verticales et maintenues horizontalement, à des intervalles régulièrement espacés, par trois bouts de tubes formant une sorte de trépied, ainsi que le montre le détail amplifié, fig. 2 : on voit que, alternativement, une large capsule concave est surmontée d'une capsule convexe plus étroite.

Chacune des larges capsules touche à 3 millim. près, par ses bords, les parois intérieures de la colonne creuse; ces capsules concaves sont percées, au centre, d'un trou par lequel le liquide, arrivant du haut, se verse sur une capsule convexe plus étroite : celle-ci est également garnie de fils en cuivre, soudés sur ce fond bombé, qui dépassent un peu les bords, afin de conduire le liquide, en le divisant en gouttelettes, sur la capsule large, immédiatement au-dessous.

En même temps que le liquide tombe ainsi en cascade du centre d'une capsule creuse sur une capsule convexe, et de celle-ci, en divergeant, dans une autre capsule concave percée, la vapeur qui monte passe, pour la plus grande partie

du moins, par le trou au centre de la première capsule concave large, s'épanouit autour de la capsule convexe étroite, pour se réunir de nouveau dans le trou au centre de la capsule convexe superposée, et ainsi de suite, d'une capsule à l'autre, jusque près de la partie supérieure du tronçon C D; dans cette partie de la colonne et au-dessus de la dernière capsule concave, est placé un petit réservoir cylindrique *e*, destiné à recevoir le vin et à le répartir, par déversement, sur la première large capsule, à l'aide de la bavette circulaire qui déborde sa base.

Le tube indicateur en verre F montre le niveau du liquide dans ce petit récipient, et indique, par conséquent, le moment où il s'emplit.

Le deuxième tronçon D E de la colonne, qui doit recevoir seulement la vapeur montante et les produits liquides descendants de sa condensation, contient six plateaux percés d'un large trou et munis, chacun, d'un ajutage *f*. Les bords supérieurs de cet ajutage règlent le niveau du liquide compris entre lui et les parois de la colonne auxquelles chaque plateau est soudé.

Une capsule renversée, fixée, par une ou deux attaches, sur chacun des plateaux, recouvre l'ajutage et descend, par ses bords inférieurs, à 2 centimètres au-dessous du niveau des bords supérieurs de ce tube, en sorte que la vapeur ascendante, pour passer d'un plateau à l'autre et du dernier vers le haut de la colonne, est forcée de déplacer le liquide, en barbotant sous chaque capsule.

Ce barbotage est favorable à la séparation entre l'eau et l'alcool; il n'empêche pas le liquide condensé de descendre par chacun des ajutages et de tomber d'un plateau sur la capsule et le plateau immédiatement inférieur, d'arriver, par conséquent ainsi, en cascade, de plateau en plateau, dans la série du premier tronçon D C de la colonne.

La colonne C D E se trouve en communication, au moyen du tube à bride E qui la surmonte, avec un serpentin couché G H. Chacun des tours de l'hélice de ce serpentin com-

munique, par sa partie la plus déclive, au moyen d'un petit tube vertical, avec le tube presque horizontal *g h″*; c'est celui-ci qui reçoit tout le liquide provenant de la vapeur condensée dans le serpentin (sauf le premier et le dernier circuit). Le liquide condensé dans les quatre premiers tours de l'hélice est le plus aqueux ; il est dirigé vers le quatrième plateau de la colonne lorsque le robinet *h* est ouvert. Le tube *h p*, formant siphon renversé à sa partie inférieure, se relève pour aboutir dans le quatrième plateau. Un robinet *p p′*, fixé à la courbure, permet d'extraire et d'examiner un peu de ce liquide pendant les opérations. La vapeur, condensée dans les six tours suivants du serpentin, laisse écouler le liquide, graduellement plus alcoolique, qui en provient, dans le même tube couché, et suivant que l'on ferme ou que l'on ouvre les deux robinets *h′ h″*, ou seulement le robinet *h′*, tout ou seulement une partie du liquide de condensation s'écoule, par le tube *h″*, *h′*, *q*, dans le troisième plateau de la colonne C D E. Un robinet *q′* permet d'extraire le liquide contenu dans ce plateau et de vérifier son degré alcoolique.

Le dernier circuit du serpentin aboutit, en H, au tube vertical qui conduit les vapeurs alcooliques non condensées dans le serpentin vertical I, où la condensation doit s'achever complétement.

Afin d'éviter la nécessité de souder un tube à chacun des tours de l'hélice, on peut disposer le serpentin verticalement, comme l'indiquent les fig. 2 et 3 de la pl. 13. Trois tubes recourbés *a b c* suffisent pour faire rétrograder à volonté le liquide condensé vers la colonne, ou laisser passer tout ou partie de ce liquide dans le serpentin à la suite.

Cette disposition verticale du serpentin analyseur et chauffe-vin, remplaçant le serpentin couché G H, permet de mieux utiliser la capacité calorifique du vin et de faire écouler le vin plus échauffé dans la colonne, puisque l'échauffement du vin (introduit par le bas) et le refroidissement des vapeurs qui descendent sont méthodiques. On emploie avec

avantage le serpentin analyseur vertical à la rectification des eaux-de-vie.

En tout cas, les produits ou liquides distillés s'écoulent par le tube *x*, pl. 5, percé d'un trou *x'* pour dégager l'air (1), ils arrivent au bas de l'éprouvette J, qui les déverse, par un entonnoir à douille longue, dans le réservoir *y*, en bois doublé de cuivre étamé, fermé par un couvercle avec lisière interposée et un cadenas; un évent *y'* permet la sortie et la rentrée de l'air, soit lorsque le liquide arrive, soit lorsqu'on le soutire dans une *pipe z*.

Un alcoomètre J, tenu constamment plongé dans le liquide d'une éprouvette que l'on recouvre d'une cloche en verre, indique à chaque instant le degré de l'alcool obtenu ; on règle à volonté, jusqu'à un certain point, ce degré, en faisant rétrograder vers la colonne, au moyen des robinets *h*, *h'*, *h''*, une quantité plus ou moins grande des produits condensés.

On voit, par ce que nous venons de dire, quelle est la direction de la vapeur et des produits de sa condensation ; nous allons maintenant compléter la description de l'appareil, en indiquant la direction, en sens contraire, du vin ou liquide qu'il s'agit de distiller. Le liquide vineux est amené, par le tuyau montant *k'*, à l'aide d'une pompe, dans un réservoir K. Ce réservoir est muni d'un tube trop-plein *h''*, qui conduit l'excédant vers le récipient inférieur, et avertit l'ouvrier chargé de remplir le réservoir.

Un robinet à flotteur L entretient le vin, qui s'écoule, à un niveau constant, dans un petit réservoir, qui lui-même alimente tout l'appareil par un robinet M, dont on règle l'ouverture de façon que le volume convenable s'écoule en un temps donné, suffisant pour permettre l'épuisement de la vinasse.

(1) Afin d'éviter une chance d'incendie, on devrait implanter ou souder sur ce trou un petit tube qui conduirait l'air, chargé de vapeur alcoolique, hors de l'atelier. Nous décrirons plus loin une disposition de ce genre en parlant de la rectification.

Le vin reçu dans l'entonnoir M descend, par un tube vertical, jusqu'au bas du réfrigérant I*i*, dans lequel il entre en *i*, emplit ce réfrigérant (que l'on peut remplacer, comme nous l'avons dit ci-dessus, par un chauffe-vin analyseur vertical), s'élève par le tube *l l'* et remplit le réfrigérant couché G H, appelé *chauffe-vin* ; ce vase est muni de trois larges ouvertures, ordinairement closes par les tampons à poignées SSS, que l'on enlève pour effectuer les nettoyages.

Lorsque le chauffe-vin est plein, tout le liquide excédant déborde par le tube trop-plein *n n' o o'*, qui le conduit dans le petit récipient *e*, au bout du premier tronçon de la colonne. De ce récipient le vin déborde et tombe sur la série des capsules, et arrive dans la chaudière. Un robinet *t*, adapté au bas du chauffe-vin, sert à faire écouler sur la colonne tout le vin dont ce vase est rempli, lorsqu'on veut terminer les opérations de la distillerie (dans ce cas, on a dû vider le réfrigérant I, remplacer le vin par de l'eau et intercepter la communication avec le chauffe-vin).

Mise en train et conduite des opérations de l'appareil Derosne.

Le jus fermenté (*vins de betteraves*, de raisin ou autres), contenant de 4 à 10 ou 12 pour 100 d'alcool pur, est d'abord versé dans la chaudière A, en quantité suffisante pour l'emplir aux trois quarts, ce que l'on reconnaît aisément en voyant sur le tube indicateur *b' b''* le niveau du liquide s'élever à la hauteur convenable. On ferme alors la chaudière, et l'on ouvre le petit robinet à air ou vapeur *a''* ; à l'aide d'une pompe, on envoie du vin semblable dans le réservoir supérieur K. Le petit récipient L s'emplit en même temps, et l'on ouvre le robinet M, afin de faire arriver le vin successivement dans le réfrigérant, qui s'emplit, puis dans le chauffe-vin H, dont le trop-plein se déverse par le tube *n n' o o'* ; ce tube conduit dans le petit récipient *e*, qui déverse le liquide sur

les capsules, puis dans la chaudière B. Dès que le vin couvre de quelques centimètres le fond de cette chaudière, ce que l'on reconnaît au niveau de ce liquide dans le tube indicateur *c'' c'''*, on ferme le robinet M et le petit robinet à air *a''*: on allume le feu sous la chaudière A, et, lorsque l'ébullition y est assez active pour que la vapeur passe, par le tube *d d' d''*, dans la chaudière B, où elle commence à élever le niveau du liquide en se condensant en partie, on règle l'écoulement du vin, modérément d'abord, par le robinet versant dans l'entonnoir M.

Dès lors la vapeur qui s'élève de la chaudière B passe dans les différentes parties de l'appareil que nous avons décrites; rencontrant d'abord le vin qui tombe en pluie d'une capsule sur l'autre, elle s'enrichit de vapeurs alcooliques laissant condenser des vapeurs plus aqueuses moins volatiles (1), dont le produit liquide descend vers la chaudière B, laissant les vapeurs de plus en plus alcooliques s'élever et se condenser en partie dans les plateaux successifs *f f f f*. Lorsque ces plateaux sont remplis, l'excès de liquide déborde, par chaque ajutage, au centre, et la vapeur, retenue par la capsule renversée, déplace le liquide et ne peut passer d'un plateau à l'autre qu'en barbotant en bulles et opérant mieux encore que précédemment l'espèce d'analyse entre l'eau et l'alcool, ou entre la vapeur plus aqueuse qui se condense et la vapeur plus alcoolique qui reste gazéiforme.

La vapeur, devenue plus alcoolique, parvient au serpentin horizontal G H, dont elle parcourt les circonvolutions, déposant, à chaque tour de l'hélice, une portion plus aqueuse, qui descend dans le tube couché *g h''* et se rend, soit dans la co-

(1) L'eau bout à + 100° sous la pression ordinaire de 76° cent. de mercure, tandis que l'alcool pur entre en ébullition à + 78,4 sous la même pression. Les mélanges d'eau et d'alcool ont des degrés d'ébullition intermédiaires, et d'autant plus élevés qu'ils contiennent de plus fortes proportions d'eau. Ainsi, par exemple, le vin contenant 5 centièmes d'alcool bout, sous la même pression, à + 95°.

lonne, soit dans le serpentin, en totalité ou en partie, suivant que l'on ouvre ou que l'on ferme soit les trois robinets *h* *h'* *h''*, soit seulement un ou deux.

Dans les premiers moments d'une opération, pendant une demi-heure à trois quarts d'heure, on doit laisser les trois robinets ouverts, afin de faire rétrograder vers la colonne l'eau-de-vie ayant une saveur cuivreuse due à la petite quantité d'acide acétique formé, qui a dissous un peu de cuivre oxydé. Une fois l'opération en pleine activité, l'air étant presque totalement chassé, les mêmes inconvénients ne se produisent plus.

Dès lors on ferme le robinet *h*, de sorte que le produit de la condensation, dans les huit premiers tours du serpentin, retourne vers la colonne, tandis que le liquide des trois derniers tours se rend, avec la vapeur persistante, dans le serpentin du réfrigérant I, où la condensation s'achève. Si le degré du produit alcoolique dans l'éprouvette était au-dessus de celui que l'on se proposait d'obtenir, on fermerait les robinets *h' h''*, et le liquide de la condensation, dans les six tours du serpentin, s'écoulant dans le réfrigérant, abaisserait le titre alcoolique du produit total passant dans l'éprouvette.

On voit que l'on peut régler ainsi le titre de l'alcool que l'on veut obtenir directement.

D'un autre côté, pour régler l'écoulement continu du vin par le robinet M et son arrivée dans les différentes parties de l'appareil, il faut vérifier si, pendant le temps que met ce liquide 1° à parcourir le réfrigérant, le chauffe-vin, les deux serpentins, la colonne et la deuxième chaudière (B), puis 2° à subir l'ébullition dans la première chaudière A durant trois quarts d'heure ou une heure, l'épuisement a été complet, et s'il ne reste plus d'alcool dans la vinasse ; à cet effet, on entr'ouvre le petit robinet *a''*, qui laisse échapper un peu de vapeur que l'on essaye d'enflammer ; il est évident que, si l'inflammation avait lieu, on reconnaîtrait qu'il reste une certaine dose d'alcool dans la vinasse.

Si l'essai présentait quelques doutes, on le rendrait plus

concluant en dirigeant la vapeur, au sortir du robinet *a''*, vers la partie inférieure d'un petit serpentin. Cette vapeur, en montant dans le tube contourné en hélice du serpentin, laisserait rétrograder les parties condensées dans la chaudière, et l'on pourrait essayer l'inflammation de la vapeur sortant au bout du petit serpentin. Une disposition plus efficace encore (voyez la figure 25 ci-contre) consisterait à faire passer la vapeur sortant du premier serpentin *a* dans le haut d'un deuxième petit serpentin *b*, où elle se condenserait entièrement. Le liquide recueilli dans une éprouvette *c*, ramené à la température de +15°, serait essayé en y plongeant un alcoomètre : s'il marquait 0°, on serait certain que la vinasse est dépouillée d'alcool (1); s'il marquait 1, 2 ou 3°, on reconnaîtrait que la vinasse contient encore de l'alcool, et l'on devrait diminuer l'ouverture du robinet M, fig. 1, pl. 5.

Il faut, en définitive, que la chaudière B étant remplie en une heure, la chaudière A ayant entretenu la vinasse en ébullition pendant un temps égal, on puisse vider cette dernière, puis la remplir aussitôt, en ouvrant le robinet *c'*, qui y verse le contenu de la chaudière B; on tourne le robinet *c'*, et de nouveau la deuxième vinasse bout pendant une heure dans la chaudière A, pendant que le vin et les liquides, rétrogradant, emplissent peu à peu la chaudière B.

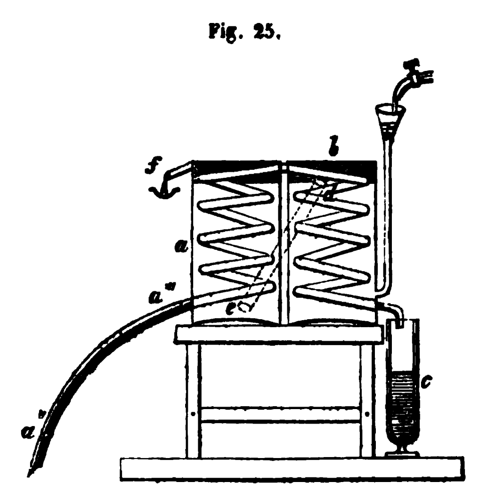
On voit que la mise en train et la conduite de l'appareil Derosne n'offrent aucune difficulté (2), et que, une fois

(1) Le deuxième des petits serpentins porte un tube alimentant d'eau froide le réfrigérant *b*, qui déverse dans le deuxième *a* le liquide descendant dans un tube indiqué en ligne ponctuée *d*, *e*; l'eau chaude sort par le trop-plein *f*. Ce petit appareil peut être posé sur une table scellée près d'un mur, de sorte qu'on y adapte, à volonté, le tube *a' a''* en caoutchouc ou en cuivre, fixé, à volonté ou constamment, sur le petit robinet *a''* de la première chaudière distillatoire.

(2) L'appareil Derosne du petit modèle n° 3, 1re série, construit par M. Cail, figuré pl. 5, portant une colonne de 25 centimètres de diamètre, peut distiller 4,000 à 5,000 litres de vin en vingt-quatre heures : l'appareil du même système, n° 2, dont la colonne a 30 centimètres, distille de 6,000 à 8,000 litres dans le même temps; enfin l'appareil n° 1, por-

l'écoulement du vin réglé, on peut extraire l'alcool au degré voulu.

Fig. 25.



Nous indiquerons maintenant les procédés de fabrication en grand de l'alcool de betteraves, d'abord dans les sucreries transformées en distilleries, puis ensuite dans les distilleries spéciales et dans les exploitations agricoles; nous donnerons les détails relatifs à la fermentation et à la distillation des mélasses, des moûts de cannes, de grains, de topinambours; enfin nous décrirons les procédés de rectification applicables aux eaux-de-vie obtenues dans tous les systèmes de fabrication.

Plusieurs appareils distillatoires ont été construits sur les mêmes principes; ils s'appliquent également à la distilla-

tant une colonne de 35 centimètres, distille 12,000 litres de vin dans le même temps. On ne peut distiller que moitié de ces quantités lorsque les opérations ont lieu seulement le jour, ou douze heures sur vingt-quatre.

Si l'on voulait employer cet appareil pour distiller des volumes plus considérables, par exemple 500 à 1,000 hectolitres de vin en vingt-quatre heures, il faudrait porter le diamètre de sa colonne à 90 centimètres ou 1 mètre, et sa hauteur à 4 ou 5 mètres; accroître dans les mêmes proportions les chaudières et chauffe-vin en élevant leur contenance jusqu'à 25 ou 50 hectolitres (voir, p. 274, les données relatives à ces grands appareils), ou employer l'appareil modifié ci-après décrit.

tion des vins provenant des moûts de raisin et à l'extraction de l'alcool des divers liquides fermentés qui proviennent des betteraves, des topinambours, des mélasses, sirops de fécule, trempes des grains, etc.

Description de l'appareil Derosne modifié.

Nous allons décrire l'appareil employé dans un grand nombre de fabriques pour cette destination, et tel que l'ont construit MM. Cail et comp. d'après les systèmes Cellier-Blumenthal et Derosne, modifiés par M. Dubrunfaut; cet appareil, suivant que sa colonne a 80 centimètres ou 1 mètre de diamètre, peut effectuer, en vingt-quatre heures, la distillation de 500 à 1,200 hectolitres de jus fermenté, produisant 40 à 96 hectolitres d'*eau-de-vie* à 49°, qui équivalent à 20 et 48 hectolitres d'alcool rectifié à 94°. La figure 1 de la planche 7 le représente en élévation, avec quelques détails indiqués par des lignes ponctuées. (Les détails de la colonne sont indiqués planche 8.)

A, chaudière ordinaire d'une sucrerie, provenant de l'appareil dit à évaporer dans le vide et composée, à la partie inférieure, d'une capsule et d'une double enveloppe; à la partie supérieure, d'une coupole hémisphérique. Ces trois parties sont assemblées par leurs bords rabattus à l'aide d'une bride commune *o o*.

La capsule inférieure est munie, au bas, d'un robinet de vidange *a'''*. Une double enveloppe en tôle ou en fonte sert à chauffer la capsule ou fond de la chaudière, au moyen du robinet *b* qui amène la vapeur, et d'un robinet *b'* qui laisse retourner au générateur l'eau condensée et l'excédant de vapeur.

La coupole ou calotte supérieure de cette chaudière est munie 1° d'un petit robinet *a'* servant à laisser sortir l'air ou un peu de vapeur lorsque l'on veut l'essayer; 2° d'un tube à robinet *a''* amenant à volonté le liquide vineux dans la chau-

dière, lorsqu'il s'agit de l'emplir pour commencer la distillation ; 3° d'un tube indicateur du niveau *a'''*.

Au sommet de la coupole est adapté un tube *c* qui dirige les vapeurs vers la colonne B B'. Cette colonne, formée de dix tronçons (voyez le détail, pl. 8) contenant dix-huit plateaux, se termine par une calotte B'. Un ajutage fixé à cette calotte porte le tube B' B'' qui conduit les vapeurs au serpentin du premier chauffe-vin CD.

En D ce premier serpentin sort du chauffe-vin et s'adapte, par un ajutage, au vase analyseur G.

A la partie inférieure de ce petit vase est fixé un ajutage qui s'adapte au tube en siphon renversé conduisant l'alcool condensé, que reçoit du serpentin le vase G, dans le tube E, qui conduit ce liquide dans le serpentin réfrigérant F.

De la partie supérieure du même vase G un tube G' G'' dirige les vapeurs vers le serpentin C' D' du second chauffe-vin.

Ces vapeurs, en très-grande partie condensés, sortent par un tube D' E, qui les conduit avec l'alcool au serpentin réfrigérant F' F''. On doit remarquer que le chauffe-vin C D porte à sa calotte supérieure un tube K en siphon qui dirige les vapeurs formées par l'échauffement du vin vers le tube E et, par suite, dans le serpentin réfrigérant F F'.

C'est dans ce dernier réfrigérant que s'achèvent la condensation des vapeurs et le refroidissement de l'alcool au moyen d'un courant d'eau alimenté à l'aide du réservoir à robinet L, et du tube M N qui conduit l'eau froide au bas du réfrigérant, l'eau chaude sortant par un trop-plein N qui la rejette au dehors ou la conduit dans un réservoir spécial.

Quant à l'alcool condensé et refroidi, un tube F' F'' adapté à l'extrémité du serpentin le fait écouler dans l'éprouvette F'', contenant un alcomètre et versant ce produit dans un réservoir spécial analogue à celui qui est indiqué en *y*, fig. 1, pl. 5.

La direction du *vin* (ou jus fermenté) a lieu en sens inverse du parcours de la vapeur.

Le réservoir H reçoit le vin que lui transmet une pompe

par un tube montant *h*; un trop-plein *h'* verse l'excès dans un tube débouchant en bas de l'atelier dans le réservoir de la pompe, afin d'avertir, par ce retour du liquide, l'ouvrier chargé de communiquer ou d'interrompre le mouvement à la pompe.

Le robinet H', dont on peut régler l'ouverture à l'aide d'une tige qui descend à l'étage inférieur, alimente, par l'entonnoir et le tube I I', le chauffe-vin C' D; ce liquide s'y renouvelle, en s'élevant, à mesure qu'il s'échauffe de I'' en J.

Le vin ainsi dirigé redescend par le tube J J', pour passer dans le chauffe-vin C D, où il remonte de J'' en *e*, s'écoulant alors de haut en bas, par le tube *e*, *e'*, *e''*, sur le plateau supérieur de la colonne B', B (1).

Le vin, ainsi échauffé dans les deux chauffe-vin, circule dans chacun des dix-huit plateaux, et tombe successivement de l'un sur l'autre (comme l'indiquent, pl. 8, les détails de ces plateaux et tronçons de colonne décrits page 186), pour arriver au bas de la colonne en B, où se trouve le tube *r s*, qui conduit ce liquide dans la chaudière A.

Mise en train et conduite de la distillation.

D'abord on remplit d'eau le réfrigérant F F', puis on ferme le robinet M jusqu'à ce que la distillation commence.

On ouvre le robinet H', afin de remplir de vin les deux chauffe-vin C' D' et C D, ainsi que tous les plateaux de la colonne B' B; pendant ce temps, le robinet à air *a'*, sur la chaudière A, est maintenu ouvert, afin de laisser échapper l'air atmosphérique refoulé dans la colonne.

Dès que le vin arrive dans la chaudière A au tiers de sa hauteur par le tube *r s*, on ferme le robinet à air *a'*, et l'on

(1) On voit que l'effet de l'un des chauffe-vin s'ajoute à l'effet de l'autre, et qu'en définitive on obtient les mêmes résultats qu'avec un serpentin seul qui aurait le double de la hauteur, mais dont la hauteur même serait souvent gênante dans les ateliers.

commence à chauffer cette chaudière en ouvrant le robinet du tube *b*, qui amène la vapeur du générateur soit dans un double fond, comme l'indiquent les lignes ponctuées de la figure, soit dans un serpentin intérieur, comme cela a lieu dans plusieurs sucreries, soit enfin directement, lorsqu'on n'utilise pas les vinasses, par un tube terminé en pomme d'arrosoir barbotant dans le liquide (comme cela est indiqué par le tube *a* de la chaudière A dans l'appareil dessiné fig. 2, même planche).

La vapeur d'alcool et d'eau est produite dans la chaudière A par l'ébullition du vin, à la température d'environ 95°, qui s'élève graduellement à 101 ou 102°; cette vapeur mélangée passe, par le tube *e*, dans la colonne B, traverse, en barbotant, les dix-huit plateaux superposés, pendant que le vin, coulant en sens inverse, perd de plus en plus d'alcool à mesure qu'il arrive vers le bas de la colonne, puis dans la chaudière A, où l'ébullition continue de l'épuiser.

La vapeur est graduellement enrichie à mesure qu'elle s'élève dans la colonne et qu'elle y rencontre du vin de plus en plus riche jusqu'au dernier plateau recevant en *e''* le vin échauffé par les deux chauffe-vin. En effet, elle laisse condenser une moins forte dose d'alcool plus volatil que l'eau. Cette vapeur, ainsi devenue plus alcoolique, passe de la capacité B', au-dessus du dernier plateau, dans le tube B' B'', qui la conduit au serpentin C D (tracé en lignes ponctuées). La vapeur et le liquide condensé arrivent dans le vase analyseur G, où ils se séparent; le liquide, gagnant aussitôt la partie inférieure de ce vase, y trouve une issue par le siphon renversé *g g g'*, qui le dirige dans le tube E, conduisant au serpentin F. (Nous avons vu, plus haut, que le même tube E reçoit, par le tube K K', les produits de la vapeur dégagée du chauffe-vin C D.)

La vapeur alcoolique, ainsi purgée, dans le vase analyseur G, du liquide condensé (1), s'élève, par le tube G' G'',

(1) Ce liquide pourrait être dirigé, par le tube *g g*, vers le plateau su-

dans le serpentin du deuxième chauffe-vin C' D''; elle parcourt, en descendant, le tube contourné en hélice de ce serpentin, s'y condense en grande partie, et le liquide provenant de la condensation coule dans le tube D' E, où passe également la vapeur non encore condensée : ils arrivent ainsi, l'un et l'autre, dans le serpentin F, où la condensation s'achève sous l'influence du courant d'eau froide venant du réservoir supérieur L et sortant par le *trop-plein* N.

L'alcool ou eau-de-vie, condensé dans le serpentin du réfrigérant, arrive, par le tube F' F'', dans l'éprouvette F'', d'où ce liquide s'écoule, à l'aide d'un robinet *trop-plein* et d'un entonnoir à longue douille, dans un réservoir, puis, à volonté, de celui-ci dans un baril.

Il est convenable, en tous cas, de recevoir à part (dans un vase spécial) les premières parties distillées; car elles contiennent assez ordinairement une certaine quantité de sels de cuivre provenant de l'action des premières vapeurs acides sur les surfaces plus ou moins oxydées des parois internes des divers tubes analyseurs et serpentins.

Pendant toute la durée des opérations successives, qui s'effectuent comme nous venons de le dire, le vin graduellement épuisé, arrivant dans la chaudière A, y subit une ébullition permanente, qui continue à faire parvenir les vapeurs mélangées dans la colonne et les différentes parties de l'appareil. Ce liquide doit donc perdre presque la totalité de l'alcool qu'il contenait, en descendant des chauffe-vin et passant d'un plateau sur l'autre pour tomber dans la chaudière, où l'ébullition achèverait bientôt de l'épuiser complétement, s'il n'arrivait continuellement de nouvelles quantités de la colonne.

On parvient, à très-peu près, à ce résultat en vidant, tous

périeur B' de la colonne, en y adaptant le bout du siphon *g g*, si l'on voulait obtenir directement un produit alcoolique plus fort; car, dans ce cas, on ne condenserait définitivement, dans le réfrigérant F F', que les vapeurs alcooliques échappées à la condensation, après avoir traversé le premier chauffe-vin C D.

les quarts d'heure ou toutes les demi-heures, un quart ou la moitié du liquide (vinasse) que contient la chaudière.

Il faut de temps à autre, et surtout jusqu'à ce que l'écoulement continu du vin par le robinet soit bien réglé, essayer si la vinasse est bien épuisée; le moyen indiqué plus haut, page 187, facilite beaucoup cette vérification.

Si l'on reconnaissait, ainsi, que la vinasse retînt encore une dose notable d'alcool, il faudrait diminuer l'ouverture du robinet H', afin que, dans le même temps, la quantité de vin exposée à l'action des vapeurs graduellement plus aqueuses étant moindre, le dégagement de l'alcool fût plus complet. L'épuisement serait, en tous cas, mieux assuré, si l'on ajoutait à cet appareil une chaudière, communiquant, à volonté, comme dans l'appareil Derosne, avec la chaudière A par la partie inférieure, et continuellement par la partie supérieure, à l'aide d'un tube barboteur amenant la vapeur de la première chaudière dans le liquide de la deuxième chaudière qui se trouverait interposée entre la première et le bas de la colonne B. Cette disposition permet, effectivement, de faire bouillir, pendant une heure, la vinasse, sans qu'elle reçoive aucune quantité du liquide passant dans les autres parties de l'appareil.

Les produits de la distillation que l'on obtient et qui s'écoulent par l'intermédiaire de l'éprouvette F'' varient en plusieurs circonstances qu'il importe de connaître : durant les premiers moments de l'opération, ces liquides ont une saveur *cuivreuse*, très-désagréable, qui tient à la dissolution de l'oxyde de cuivre, préexistant sur les parois intérieures des tubes, ou formé par l'action des vapeurs acides, mêlées d'air au commencement de la distillation. On devra mettre à part toutes les quantités d'alcool offrant ces caractères, pour les soumettre, ultérieurement, à une nouvelle distillation ou à la rectification; on pourrait alors y ajouter un peu de lait de chaux pour précipiter l'oxyde métallique.

Ce premier fractionnement des produits serait surtout utile, si l'on devait livrer directement, pour la consommation,

en totalité ou en partie, l'alcool, ordinairement à 19° Cartier ou 49° de l'alcoomètre centésimal, obtenu en se servant de cet appareil, et que l'on vend sous le nom d'eau-de-vie commune ou de betterave, lorsqu'on ne la destine pas à la rectification.

Le chauffage indirect, tel qu'il s'effectue par la vapeur introduite dans une double enveloppe indiquée par les lignes ponctuées (chaudière A, fig. 1, pl. 7), ou dans un serpentin spécial, n'ajoute pas d'eau au jus fermenté qu'on distille ; on peut donc employer la vinasse (de betteraves) pour la nourriture du bétail, en la mélangeant avec les fourrages secs hachés. Mais si, dans l'opération que nous venons de décrire, on chauffait directement au moyen de la vapeur barbotant dans le liquide, comme cela est indiqué, fig. 2, dans la chaudière A, la vinasse se trouverait étendue de beaucoup d'eau (à peu près moitié de son volume), et l'on ne pourrait, en général, disposer d'une quantité suffisante de fourrages secs, ou d'un assez grand nombre d'animaux pour donner la même destination au résidu liquide de la distillation.

Fin de la distillation.

Lorsque l'on veut terminer les opérations de la distillerie, par suite du défaut de matière première, ou pour une autre cause, rien n'est plus facile que d'épuiser tout le liquide vineux dont on dispose ; d'abord on envoie, à l'aide de la pompe, par le tube ascendant *h h*, tout ce qui reste de ce liquide dans le réservoir supérieur H, et, dès que ce réservoir s'est entièrement vidé par le robinet H', on le remplit d'eau au moyen de la même pompe. L'eau froide, arrivant par le robinet H' et le tube I I' à la partie inférieure du chauffe-vin C D, puis de l'autre chauffe-vin C C, déplace successivement et fait passer le liquide vineux dans la colonne, où il s'épuise par degrés en donnant ses produits alcooliques.

On rendrait ce déplacement plus méthodique encore si l'on mettait exprès en réserve un volume suffisant de vinasse pour remplir les deux chauffe-vin.

La vinasse, plus dense que le *vin*, se substituerait, sans mélange, à celui-ci, qu'elle ferait ainsi passer entièrement dans la colonne ; on obtiendrait le plus possible d'alcool, sans affaiblissement du titre, et, dès que le titre commencerait à s'abaisser, l'opération, près de sa fin, donnerait, aussi peu que possible, de petites eaux à repasser dans une autre opération ; les deux chauffe-vin seraient débarrassés, ensuite, de la vinasse à l'aide de robinets de fond, comme celui qui est indiqué, par des lignes ponctuées, sur l'un d'eux en *v*.

A l'aide de cet appareil continu, comme, en employant l'appareil distillatoire précédent de Derosne, on peut régler à volonté la distillation de manière à obtenir du même vin, contenant 9 à 12 centièmes d'alcool, soit de l'eau-de-vie entre 50 et 55°, livrée à 49° au consommateur, soit de l'esprit trois-six dit de Montpellier, marquant 85 à 90°. Ce dernier est parfois employé au *vinage* des vins, c'est-à-dire ajouté aux vins faibles ou à ceux dont on veut assurer la conservation pendant les transports au delà des mers ; on l'emploie pour la préparation des liqueurs communes, des fruits à l'eau-de-vie, etc.; on s'en sert également comme moyen de chauffage, dans les lampes dites à alcool, et pour une foule d'autres usages économiques : mais, lorsqu'il est destiné à préparer des liqueurs très-fines, en France et même aux colonies, l'alcool *trois-six* de vin doit être rectifié au moyen des appareils spéciaux applicables aux alcools de diverses provenances, et qui permettent d'éliminer les composés odorants éthérés, plus volatils que l'alcool, et ceux qui, moins volatils, ont été entraînés avec d'autres vapeurs pendant la distillation continue. Le même appareil, employé dans les distilleries de betteraves, topinambours, grains, etc., reçoit des moûts fermentés contenant de 4 à 6 centièmes d'alcool, et donne des produits distillés marquant 49 à 55°, lorsqu'on se propose de les rectifier. Nous avons consacré, plus loin, un chapitre spécial à la rectification de ces alcools de différentes origines.

DESCRIPTION DES PARTIES INTERNES

ou plateaux contenus dans les tronçons composant la colonne des appareils distillatoires et rectificateurs.

La planche 8 représente, par deux coupes verticales, fig. 1 et fig. 2, et par une coupe horizontale, fig. 3, un des dix tronçons composant la colonne de l'appareil distillatoire. Les dispositions des dix tronçons de la colonne des rectificateurs sont les mêmes; seulement le diamètre de la colonne est moindre (il vaudrait mieux qu'il fût égal ou plus grand).

La fig. 1 montre un tronçon cylindrique A A' portant, au milieu de sa hauteur, un disque ou *plateau*, dont les bords, relevés, sont fixés par une clouure rivée sur les parois internes du tronçon. On voit sur ce disque cinq des neuf calottes hémisphériques *a a'* qui recouvrent autant d'ajutages ouverts. L'intérieur de l'une de ces calottes, qui est coupée, se voit en *a*, et l'on remarque que ses bords, fixés, comme pour toutes les autres, par des pattes rivées sur le plateau, descendent environ 1 centimètre plus bas que l'orifice supérieur de l'ajutage *b*; il en résulte que la vapeur, montant par chacun des ajutages semblables, est obligée de déplacer et d'agiter le liquide, en barbotant sous les bords de la calotte ou capsule renversée.

On remarquera, d'ailleurs, que le niveau du liquide sur le plateau est maintenu constant et intermédiaire entre les bords supérieurs de l'ajutage et les bords inférieurs de la calotte, car ce liquide se déverse, par un tube, près du centre *f f'*, dont l'ouverture est fixée à 1/2 centimètre au-dessous du niveau des bords supérieurs de l'ajutage *b* et à 1/2 centimètre au-dessous du bord de la capsule renversée. Ce tube *f f'*, descendant jusqu'à 2 centimètres au-dessus du fond du plateau B' B', immédiatement au-dessous, y fait couler tout le liquide qui déborde du plateau B, B; mais on comprendra que la vapeur ne puisse passer par ce tube, puisqu'il plonge lui-même, par son bord inférieur, dans le liquide du plateau B', B', im-

médiatement au-dessous. Ce dernier plateau, vu séparément, fig. 2, est fixé par ses bords, appliqués contre les bords rabattus A' A' du tronçon, à l'aide d'une bride qui relie ensemble deux tronçons, ainsi que les bords intercalés du plateau B' B', lorsque l'on assemble ces tronçons au nombre de dix pour former le corps de la colonne.

Quant au liquide contenu sur le plateau B, B, il y arrive, d'un plateau immédiatement supérieur, par un tube non tracé, afin d'éviter de compliquer la figure, mais dont la coupe est dessinée, fig. 3, en *e*. A partir de ce tube plongeur, le liquide qui s'écoule sous ses bords inférieurs est dirigé, par le diaphragme droit *d*, *d* et le diaphragme courbe *c*, *c*, *c*, dans le sens indiqué par les flèches, et circule ainsi entre le diaphragme courbe et les parois circulaires du tronçon de la colonne, pour se déverser dans un tube *f f*, qui le conduit sur le plateau immédiatement inférieur B' B', où, rencontrant de semblables diaphragmes droit et courbe *d*, *c*, *c*, il circule de même, mais en suivant une direction inverse, et tombe, par le tube *g g'*, sur le plateau, immédiatement inférieur, d'un autre tronçon. Ces détails permettent de comprendre aisément comment les liquides versés, ou les produits de la condensation, s'écoulent du haut en bas de la colonne, en tombant d'un plateau sur l'autre, et circulant sur chacun des dix-huit plateaux, alternativement, dans un sens et dans une direction opposés, pour arriver enfin dans la chaudière ; tandis que la vapeur monte en partant de la chaudière en ébullition, traverse, en barbotant, les passages entre les neuf ajutages, couverts d'autant de capsules qu'elle rencontre à chacun des dix-huit plateaux.

L'expérience a montré que cette circulation des liquides, en les exposant, sur un plus long parcours, à l'action des vapeurs, permet d'effectuer une séparation plus complète, sorte d'analyse entre les parties alcooliques, plus volatiles, et les parties aqueuses, plus facilement condensables; qu'ainsi l'on parvient mieux à vaincre l'affinité qui existe encore, bien qu'affaiblie à ces températures, entre l'eau et l'alcool.

Affinage spontané. — L'esprit-de-vin de Montpellier éprouve une sorte de rectification spontanée lorsqu'on le conserve pendant plusieurs années en barils : c'est qu'alors il perd graduellement, par une sorte de transpiration et d'évaporation insensibles, les composés les plus volatils, doués d'une odeur assez forte en quelque sorte *éthérée* ; on dit, dans ce cas, que l'esprit *trois-six* est affiné, et sa valeur commerciale se trouve accrue notablement. On comprend que l'on puisse produire un effet analogue, tout en évitant les déchets, frais d'emmagasinage, de réparations et d'intérêts, que l'affinage spontané occasionne, en ajoutant à l'esprit-de-vin de l'année un volume égal d'alcool parfaitement rectifié, car celui-ci, ne contenant pas de composés très-volatils, diminue de moitié leur proportion dans le mélange total, à peu près comme si l'on eût gardé l'esprit-de-vin assez longtemps pour qu'il se fût spontanément dépouillé de cette quantité de matière odorante. Le bénéfice réalisé par ce mélange, sorte d'*affinage artificiel*, est plus grand encore lorsqu'on y fait servir les alcools bon goût, d'une rectification très-attentive des eaux-de-vie de betteraves ou de mélasses ; car ceux-ci se vendent à un cours moins élevé que l'esprit-de-vin ordinaire de Montpellier, et, comme leur degré commercial est plus fort, habituellement de 93 à 94°, cette différence offre un bénéfice additionnel de 5 pour 100 environ. Toutefois ce bénéfice ne me semblerait légitimement acquis qu'autant que le moyen employé serait indiqué aux acheteurs ; autrement, ceux-ci, en admettant même qu'il n'y eût aucune différence appréciable entre les produits affinés, soit spontanément, soit par le mélange en question, les acheteurs, dis-je, s'ils n'étaient prévenus, seraient réellement trompés sur la nature de la marchandise vendue.

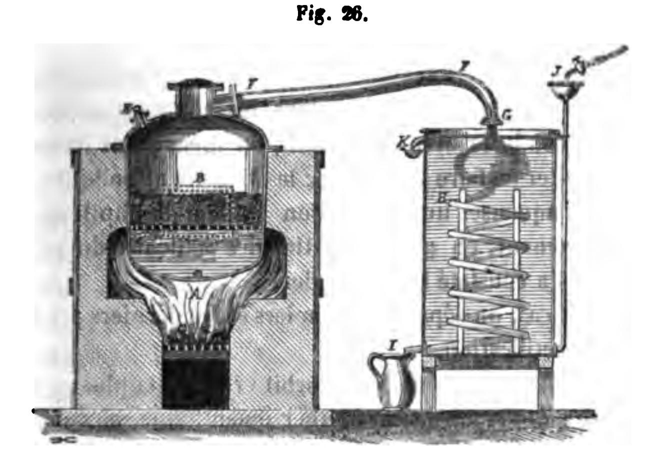
EAUX-DE-VIE DES MARCS DE RAISIN.

Les marcs ou résidus, tels qu'on les obtient de l'expression des raisins foulés et fermentés, retiennent une quantité

d'alcool plus grande que celle représentée par le vin avec lequel ils se sont trouvés en contact, et il est facile de concevoir ce fait bien réel, en se rappelant la propriété des tissus végétaux d'absorber et de retenir plus d'alcool que les liquides plus ou moins alcooliques dans lesquels ils sont plongés; chacun a pu remarquer, en effet, que les fruits à l'eau-de-vie sont, en général, plus alcooliques et moins sucrés que la liqueur qui les entoure. Ce phénomène est conforme, d'ailleurs, à la loi générale déduite des recherches expérimentales de Dutrochet sur les phénomènes de l'endosmose, montrant que les liquides moins denses et moins mucilagineux traversent plus facilement les membranes, s'introduisent en déplaçant les autres et se fixent dans les tissus. L'alcool est précisément dans ce cas, comparativement avec les solutions sucrées ou organiques et salines avec lesquelles il se trouve mélangé; la méthode la plus économique pour l'extraire des marcs de raisin consiste à chauffer ceux-ci dans la chaudière d'un appareil distillatoire très-simple.

La figure ci-dessous indique une des dispositions en usage dans ce cas.

Fig. 26.



A, fourneau; B, chaudière à double fond C, D percé de

trous comme une écumoire; une porte latérale à boulons et clavettes, au niveau du double fond, indiquée par des lignes ponctuées, facilite le chargement et la vidange du marc; l'eau est introduite par l'ajutage E à l'aide d'un entonnoir; dès que le marc à distiller est chargé sur le faux fond, on ferme l'obturateur à clavettes, on introduit l'eau jusqu'à quelques centimètres au-dessus du faux fond, puis on allume le feu; bientôt le liquide entre en ébullition, la vapeur traverse le marc emportant l'alcool; une partie de la vapeur d'eau, condensée par le couvercle et dans le tube F F, retourne à la chaudière; le surplus ou la vapeur plus alcoolique passe dans le serpentin G A, s'y condense et coule dans un récipient I; l'eau se renouvelle dans le vase renfermant le serpentin par le robinet J, amenant l'eau froide d'un réservoir supérieur au bas de ce récipient, tandis que l'eau, graduellement échauffée, s'écoule à la partie supérieure par un trop-plein K.

Les marcs, distillés dans cet alambic simple, donnent des *flegmes* ne marquant guère que 20 à l'alcoomètre; ils doivent donc être mis en réserve, afin de les rectifier plus tard dans le même alambic ou dans un alambic rectificateur, afin de les porter, cette fois, au moins au degré commercial des eaux-de-vie communes, c'est-à-dire de 52 à 55 ou 60° centésimaux.

Cette sorte de rectification dans les alambics ordinaires doit être conduite avec précaution, en ménageant le feu de façon à éviter de faire passer avec les vapeurs alcooliques plus ou moins aqueuses une proportion notable de l'huile essentielle provenant, en grande partie, des pellicules du raisin, ainsi que l'a constaté M. Aubergier.

En tout cas, on sépare les premiers et les derniers produits de cette rectification.

Le liquide resté dans la cucurbite retient la plus grande partie des *huiles essentielles* (éther œnanthique, alcool amylique, etc.). On peut extraire ces *essences* en poussant plus vivement l'ébullition lorsque l'alcool a cessé de s'écouler du

serpentin. Les vapeurs aqueuses, qui succèdent, entraînent avec elles les huiles essentielles : elles se séparent en venant surnager le liquide distillé ; on peut les extraire en laissant reposer le liquide, puis soutirant l'eau qui a gagné le fond du vase.

Quelles que soient les précautions prises pour distiller et rectifier les eaux-de-vie de marc, elles sont toujours caractérisées par l'odeur désagréable des huiles essentielles spéciales; on ne pourrait faire disparaître cette odeur caractéristique qu'à l'aide d'une rectification qui mettrait ces eaux-de-vie à l'état d'alcool de 90 à 94°, et qui serait dirigée, d'ailleurs, avec les soins indiqués plus loin, en traitant de la rectification en général.

On diminue les difficultés et les inconvénients de la distillation des marcs de raisin en effectuant cette opération à l'aide de la vapeur au lieu de chauffer à feu nu; ce serait le meilleur moyen à employer, surtout pour traiter de grandes masses de ces liquides, ce qui n'est pas très-ordinaire.

On pourrait amoindrir plus encore les défauts de cette eau-de-vie en extrayant le vin que contient le marc par des lavages méthodiques qui donneraient un liquide au lieu d'un marc à distiller; mais, outre que ce lavage serait difficilement complet, en raison de l'action du tissu végétal qui retient l'alcool, on perdrait, en suivant cette méthode, les résidus considérés au point de vue de la nourriture du bétail, qui permet d'en obtenir la plus grande valeur et d'être largement indemnisé des frais de conservation et de distillation en petit. Cette opération doit être, en effet, considérée comme annexe d'une exploitation rurale; elle permet d'obtenir une ration journalière, dans laquelle le marc, introduit tout chaud, est très-favorable à la nourriture et à l'engraissement des moutons.

Voici comment on conserve le marc de raisin : au fur et à mesure qu'il est retiré du pressoir, on le tasse fortement dans des citernes ou des cuves, on le recouvre de menues pailles et de terre, afin d'attendre l'époque hivernale, où, la nourri-

ture verte manquant, le marc distillé peut y suppléer avantageusement.

La composition des marcs est très-variable, suivant la qualité des raisins, le temps et les soins de la conservation. Nous donnons ici, à titre de renseignement, l'analyse, d'après M. Marès, de Montpellier, d'un marc de bonne qualité contenant : grains, pellicules et pepins, 74,68, et rafles 25,34 pour 100.

Eau	57,50	100
Alcool pur, en poids	3,34	
Azote 0,924, représentant matières azotées	6,00	
Substances grasses (solubles dans l'éther et l'alcool)	4,51	
Matières minérales (cendres)	2,55	
Cellulose et matières diverses	26,10	

On obtient, pour 100 kilog., des quantités d'alcool variables entre 2 et 5 litres d'eau-de-vie à 50 ou 52°; les marcs distillés ont à peu près la même composition, moins l'alcool. M. Marès, en se fondant sur des expériences directes, admet que, dans son mélange avec la luzerne pour composer la ration alimentaire, 175 de marc équivalent à 100 de luzerne ; or 100 kilog. ou 1 muid de marc valant 1 fr. 25 c. à 2 fr. et la luzerne 8 à 9 fr. les 100 kilogrammes, le marc employé dans la ration offre une économie qui dépasse 50 pour 100 (1). En opérant sur des raisins du Midi, M. de Gasparin a obtenu de 100 kilog. de raisin *pique-poule*

(1) Les expériences de M. de Gasparin et de M. Lebel conduisent à des conclusions analogues. En tenant compte des proportions de matières azotées seules, M. Marès trouve, pour l'équivalent en luzerne de marc, 259 (le foin étant = 100) ; en prenant pour base les matières grasses, l'équivalent serait 111 ; enfin, en réunissant les deux données théoriques et prenant la moyenne $\frac{259+111}{2} = 185$, on arrive à une conclusion qui se rapproche beaucoup du résultat pratique. Dans quelques localités, on utilise les marcs distillés ou non, en les donnant aux oiseaux de basse-cour et aux faisans, qui consomment surtout les pepins; le surplus est ajouté aux fumiers ou séché, pour servir de combustible ; les cendres sont répandues dans la vigne.

76,18 de jus ou 62,5 de vin et 20 de marc humide. On peut obtenir, suivant les conditions plus ou moins favorables que nous avons mentionnées plus haut, de 100 kilog. de marc provenant de 450 à 500 kilog. de raisin, 3 à 6 litres d'eau-de-vie à 19,5 Cartier ou 53° centésimaux.

EAUX-DE-VIE DE CIDRE.

Tous les fruits susceptibles de donner leur jus par le foulage ou le râpage et la pression pourraient être traités suivant les méthodes appliquées au raisin pour en obtenir un liquide fermenté, puis de l'alcool par la distillation ; mais il y en a bien peu qui puissent produire des résultats économiques : les poires et les pommes, qui fournissent abondamment une boisson très-utile, notamment dans plusieurs départements de l'ancienne Normandie et de la Picardie (1), ne donnent lieu qu'à une fabrication restreinte d'une eau-de-vie spéciale, dite de cidre ou de poiré.

Les poires à cidre, récoltées au moment favorable, contiennent de 9 à 11,5 de matière sucrée ; leur jus, obtenu après écrasage, addition d'un peu d'eau et pressurage, soumis à une fermentation spontanée, facile, produit un liquide vineux ou *poiré*, contenant, en moyenne, 56 pour 1,000 d'alcool en volume.

Les pommes à cidre contiennent rarement plus de 6 à 10 de matière sucrée ; écrasées et pressurées avec addition d'eau, elles donnent un moût qui, après la fermentation, renferme de 4 à 5 centièmes d'alcool en volume. Ces proportions diminuent d'une manière assez prompte, par suite de la fermentation acide que l'on pourrait prévenir en employant les bondes hydauliques ou de sûreté décrites plus haut, p. 160.

La distillation des cidres de poires et de pommes donne, en plusieurs localités, des eaux-de-vie de qualité inférieure,

(1) Voyez, dans le *Précis de chimie industrielle*, 4e édition, chez M. Hachette, libraire, les détails relatifs à la fabrication des cidres.

en raison des huiles essentielles contenues dans les pepins, le tissu herbacé et le parenchyme des fruits et, par suite, des fermentations acides, parfois putrides, succédant à la fermentation alcoolique. C'est une circonstance qui se présente ordinairement, car on distille surtout les cidres qui, commençant à s'altérer, ne sont plus vendables comme boisson. On distille aussi, dans les années d'abondance de pommes, l'excès de cidre que l'on ne pourrait mettre en tonneaux. Une autre cause de la mauvaise qualité tient à l'imperfection des appareils et aux altérations qu'occasionne le chauffage à feu nu de ces liquides, presque toujours troubles, donnant lieu à des dépôts de ferments et de matières organiques diverses, altérables à la température élevée du fond de la chaudière, et qui engendrent des produits pyrogénés, à odeur désagréable.

La plus grande difficulté, pour améliorer cet état de choses, tient à la grande irrégularité des récoltes, insuffisantes souvent pour procurer la boisson utile au pays, et à la faible importance de cette industrie alcoogène spéciale, qui ne pourrait guère supporter les frais d'appareils distillatoires perfectionnés et chauffés à la vapeur. Toutefois, dans les exploitations du pays d'Auge, où la distillation est pratiquée depuis très-longtemps, plusieurs usines ont adopté l'appareil à chauffe-vin introduit par M. Leroy de Saint-Georges, et analogue à celui d'Argant perfectionné, que nous avons décrit plus haut.

ALCOOL DES VINS DE DIVERS FRUITS SUCRÉS, CERISES, BAIES DE SUREAU, FIGUES ET GROSEILLES.

On peut, en suivant les procédés analogues à ceux en usage pour le raisin et que nous venons de décrire, obtenir des eaux-de-vie ou de l'alcool avec tous les fruits sucrés, dont on extrait facilement le jus par le foulage ou l'écrasage et la pression. Ces matières premières, autres que le raisin,

les pommes et les poires, ne donnent, toutefois, lieu qu'à des industries spéciales peu importantes.

Ainsi on prépare, avec les cerises, une eau-de-vie particulière, désignée sous le nom de *kirsch ;* nous indiquerons les procédés qui s'y rapportent en traitant, plus loin, des liqueurs alcooliques de table.

Les baies de sureau, lorsqu'elles sont mûres, contiennent assez de jus sucré pour qu'on en obtienne aisément un jus fermentescible, qui donne à la distillation une eau-de-vie douée d'une odeur forte, peu agréable ; on améliorerait cette eau-de-vie en la transformant en alcool à 94° par une rectification bien ménagée ; mais l'opération serait peu lucrative, et l'on ne récolte guère les baies de sureau que pour préparer, en les foulant et les laissant cuver plusieurs jours, un vin violet, foncé en couleur, qui sert à rehausser la nuance des vins à boire ou de certains coupages : de tels mélanges, qui peuvent donner aux vins communs, trop faibles en couleur, une plus belle apparence, sont, en général, considérés comme des falsifications, et en effet ils n'améliorent pas la qualité du vin.

Alcool de vin de figues. — Dans certaines contrées chaudes, on utilise les figues sèches pour la fabrication d'une eau-de-vie potable. On a pu leur donner cette destination dans plusieurs localités du midi de la France, au moment de la hausse extraordinaire des eaux-de-vie et alcools ; mais, en temps ordinaire, cette opération ne serait pas avantageuse et ne pourrait soutenir la concurrence des autres matières alcoogènes (raisins, betteraves, pommes de terre, céréales) ; elle est, d'ailleurs, simple et facile.

Les figues sont soumises, dans des tonneaux ou cuves, à une macération avec l'eau qui dissout la matière sucrée ; on renouvelle l'eau afin d'épuiser les fruits, tandis que l'on fait passer sur des tonneaux ou cuves remplis de figues les solutions sucrées, afin de les charger davantage. On obtient facilement ainsi des liquides marquant 7 ou 8° à l'aréomètre de Baumé, dont on active la fermentation alcoolique par une

température de 18 à 22°, maintenue dans l'atelier clos où cette opération s'effectue; les liquides vineux sont ensuite distillés avec les mêmes appareils et les mêmes soins que les vins ordinaires. On peut aussi faire fermenter les figues en les recouvrant d'eau dans des tonneaux, des cuves ou muids, fermés d'une bonde hydraulique (voir plus haut, p. 151); lorsque la fermentation est à son terme, on extrait l'alcool en chauffant toute la masse par une injection de vapeur sous un double fond percé de trous, et faisant passer la vapeur dans un des appareils distillatoires simples ou perfectionnés que nous avons décrits.

Dans une expérience spéciale, M. Robinet a obtenu de 36 kilog. de figues dites grasses, sèches, représentant 144 kilog. de figues fraîches, 8 litres d'alcool à 33°,33 (Cartier).

Suivant M. Riveiro, on prépare habituellement au Pérou une boisson nommée *chibango*, que l'on distille, parfois, dans de simples alambics, pour en obtenir une eau-de-vie commune à 18 ou 19° (Cartier).

Eau-de-vie de prunes. — On a pu traiter de même, dans les circonstances exceptionnelles de cherté des alcools, les prunes abondamment récoltées; mais, en général, il est plus profitable de consommer ces fruits comme aliment des hommes ou des animaux, et d'en préparer des conserves sucrées, que de les employer pour la fabrication de l'alcool.

Eau-de-vie de groseilles. — En traitant les groseilles comme on le fait du raisin, on obtient un moût acide, peu sucré, auquel l'on peut faire éprouver la fermentation alcoolique, surtout en y ajoutant du miel ou de la mélasse, ou de la glucose de fécule; il est rare que cette opération devienne profitable. Sauf cette circonstance exceptionnelle, les groseilles à grappes et les groseilles *à maquereau*, outre leur emploi comme fruits comestibles, ne servent guère à confectionner d'autre liquide alcoolique que le vin sucré et alcoolisé, en usage dans les familles en Angleterre.

ALCOOL DE BETTERAVES.

Une des conséquences regrettables de l'amoindrissement des récoltes de pommes de terre, raisin et céréales a été de priver les fermiers de l'importante ressource des résidus de distilleries pour la nourriture des animaux (bœufs, vaches, moutons).

En plusieurs circonstances, on a songé à rendre l'agriculture moins dépendante de ces chances défavorables en introduisant la fabrication du sucre dans les exploitations rurales; mais cette industrie, trop compliquée pour la plupart des fermes, est assujettie, en outre, aux diverses causes d'altérations du sucre. Ces altérations, qui, même légères, changent partiellement le sucre en glucose et diminuent beaucoup le rendement en sucre, sont bien loin d'affecter au même degré la fabrication, d'ailleurs plus simple, de l'alcool.

FABRICATION DE L'ALCOOL AU MOYEN DES BETTERAVES.

Quel que soit le procédé auquel on doive s'arrêter, on paraît s'accorder aujourd'hui pour rejeter le traitement direct des pulpes ou des betteraves cuites, qui conduirait à distiller une matière pâteuse, en sorte que, pour tous les fabricants, les opérations principales, après la culture et la conservation des betteraves, consistent dans le nettoyage des racines, l'extraction du jus, la fermentation, la distillation, la rectification pour un certain nombre, et l'emploi, ou la vente aux fermiers, des résidus, *pulpes* chargées de *vinasses*.

Système de fabrication de M. Champonnois.

Lavage, découpage, extraction du jus, fermentation, distillation, emploi des résidus. — Les betteraves étêtées, telles qu'elles arrivent des champs dans l'usine, sont soumises à un nettoyage à l'aide d'un laveur mécanique ordinaire, dû au

même auteur; c'est un cylindre à claire-voie, pl. 1, formé de quatre croisillons fixés sur un axe et portant chacun un cercle, sur lequel sont maintenus des liteaux ou tringles en fer ou en bois, semblables en tous points aux laveurs en usage dans les sucreries et les féculeries.

Ce cylindre, à demi plongé dans l'eau qui remplit une caisse, est mis en mouvement à bras ou par une machine (1), avec une vitesse de douze à quinze tours par minute; les betteraves, jetées dans une trémie, tombent dans le cylindre dont l'axe doit être placé horizontalement. Les betteraves progressent moins vite dans la longueur du cylindre, en se poussant et se frottant l'une contre l'autre, ce qui procure un bien meilleur nettoyage. Elles descendent peu à peu vers le bout opposé, où une grille en hélice, fixée entre l'axe et une plaque adaptée aux parois intérieures, les rejette, par le mouvement rotatif même, au dehors du cylindre, sur un plan incliné à claire-voie. Des femmes ou des enfants les prennent, les épluchent, s'il y a lieu, pour enlever, au couteau, les portions qui seraient atteintes de pourriture (surtout vers la fin de la saison, en mars et avril); on les jette ensuite dans la trémie d'un coupe-racine.

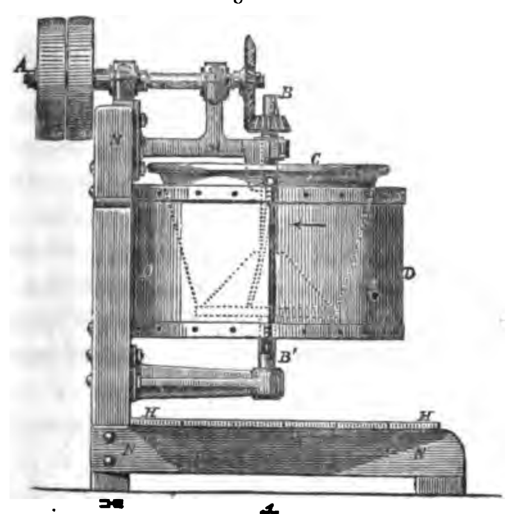
Découpage. — L'ustensile à découper les betteraves est formé d'un disque rotatif en fonte, percé de quatre ouvertures rectangulaires, dans lesquelles une lame tranchante comme le fer d'un rabot coupe les betteraves en tranches minces, préalablement divisées en bandelettes par de petites lames perpendiculaires et en avant de la première, ou par des lames à dents de bouvet, ayant une largeur égale à celle que doivent présenter les *lanières* ou rubans de betteraves.

(1) Suivant les localités, les besoins de la ferme et les ressources du fermier, il pourrait être avantageux d'employer la force mécanique, transmise soit par un manége que ferait mouvoir un cheval, un bœuf ou même une vache, travaillant seulement de 15 à 30 minutes chaque heure, pour traiter, chaque jour, 2,000 à 4,000 kilog. de betteraves, soit par un générateur dont la vapeur animerait la machine pendant les mêmes intervalles de temps, et servirait, en outre, au chauffage de l'alambic, etc., pour des exploitations plus grandes. (Voyez les derniers perfectionnements, p. 265.)

La substance ainsi divisée ressemble aux lanières minces et étroites de diverses racines découpées, d'une manière analogue, par un ustensile à main, pour confectionner les *juliennes* de légumes.

Coupe-racine. — Le coupe-racines à disque, seul employé dans les premières années, présentait certains obstacles à un travail régulier. Le disque, souvent gauche, mal centré sur son arbre, fonctionnait assez irrégulièrement pour qu'une partie des couteaux agissant trop, et d'autres trop peu, il en résultât une division très-inégale. D'un autre côté, la poussée de la betterave sur le plan incliné de la trémie, agissant contre le disque, absorbait une partie de la force par un frottement inutile, et, en même temps, poussait le disque à s'éloigner de la trémie, en fatiguant les points d'appui de l'arbre dans ses paliers. Il résultait de ces efforts nuisibles que l'espace entre le disque et la trémie, s'agrandissant peu à peu, laissait passer les dernières parties de la betterave

Fig. 27.



en lames plus ou moins épaisses, impropres à subir complétement l'action de la macération.

Un autre coupe-racines, construit sur les indications de M. Champonnois, est représenté, par les fig. 27, 28, 29, à $\frac{1}{10}$,

Fig. 28.

et 30 ci-contre, à $\frac{1}{10}$ d'exécution. Les mêmes lettres désignent

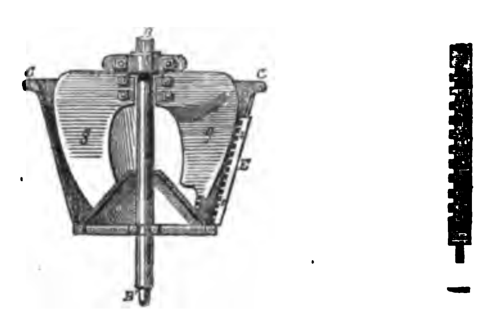


Fig. 29. Fig. 30.

les pièces semblables. A (fig. 27 et 28, élévation et plan), poulie à courroie pour communiquer et interrompre le mou-

vement; B, arbre vertical recevant d'une roue d'angle, par son pignon, le mouvement de rotation (300 à 400 tours par minute) qu'il transmet au vase conique à fond relevé C C (voir la coupe, fig. 29), muni de huit lames à tranchants de fer à bouvet E (voir détail, fig. 29 et 30), adaptées dans huit rainures à *lumières* de rabot. Les betteraves, jetées dans les deux moitiés du vase conique C, y sont maintenues appuyées contre les lames par deux plaques courbes *g g* (fig. 28 et 29) fixées sur l'armature en fonte M que porte le bâti N N, fig. 27. Une enveloppe cylindrique D forme, autour du cône découpeur, un espace annulaire dans lequel tombent les tranches, en rubans ou lanières minces, des betteraves successivement jetées dans la trémie et découpées ainsi.

Les betteraves découpées tombent sur la plate-forme HH, d'où on les ramasse à la pelle pour les transporter, dans un panier, aux cuviers à macération.

On pourrait aisément disposer au-dessous de ce coupe-racine une auge dans laquelle une chaîne à godets puiserait continuellement les lanières pour les monter près des cuviers.

Le découpage des betteraves exige une force mécanique moindre des deux tiers, pour d'égales quantités, que le râpage à l'état de pulpe; deux hommes aux manivelles, travaillant pendant trente minutes chaque heure, suffisent, à défaut de moteur mécanique, pour diviser ainsi 2,250 kilogrammes de betteraves en neuf ou dix heures.

Fermentation alcoolique. — Le jus sucré obtenu doit être à une température moyenne de 20 à 25 degrés. Généralement, lorsqu'il ne gèle pas, cette température est atteinte, tout naturellement, à l'aide de la vinasse qui, jetée presque bouillante, au sortir de l'alambic, sur les menues tranches pour opérer la première macération, en est extraite à 40 ou 50 degrés, et sort de la dernière macération à 16 ou 17 degrés. D'ailleurs l'atelier doit être clos de manière à entretenir, durant l'hiver, à l'aide de la chaleur de l'alambic et des réchauffoirs, la température de l'air ambiant à ce terme. Cependant, lorsque les betteraves arrivent à peu près à zéro du

dehors, dans les temps les plus froids de l'année, on a le soin de faire écouler une plus grande quantité de vinasse jusqu'à ce que la température soit revenue à son degré normal.

Au fur et à mesure que la première cuve s'emplit avec le liquide de la macération versé jusqu'à ce que les 2,250 litres provenant des neuf soutirages de chacun 250 litres y soient arrivés, la fermentation se développe et continue ses progrès (1). Au bout de vingt-quatre heures, on met en communication deux cuves voisines; de sorte que le liquide qui fermente se répartisse, par égales portions, entre elles.

On commence alors à remplir à la fois ces deux cuves à demi pleines, de la même manière qu'on avait rempli l'une d'elles, en y faisant couler en un petit filet les liquides qui arrivent successivement du lessivage méthodique.

Au bout de dix ou douze heures, les deux cuves étant remplies, la fermentation s'y continue et, douze heures plus tard, les cuvées se trouvent avoir, en quarante-huit heures, accompli, dans les mêmes conditions, presque totalement leur fermentation alcoolique par une *ébullition* continuelle que détermine le dégagement régulier du gaz acide carbonique, et qui cesse sensiblement alors.

L'une des deux cuvées est laissée en cet état pour se refroidir et être distillée vingt-quatre heures plus tard, tandis que l'autre cuvée est partagée en deux à son tour, et remplit à moitié une autre cuve vide. A leur tour aussi, ces deux cuves, à demi pleines, reçoivent le jus de la macération; la fermentation *y* redevient active à l'aide du ferment en suspension dans le liquide et agissant sur la matière sucrée des nouveaux jus. Toutes deux sont remplies à la fin de la jour-

(1) On détermine, une seule fois pour toutes, la fermentation, en ajoutant, dans la première cuvée, dès qu'elle a reçu 250 litres de jus, 4 kilog. de bonne levûre de bière préalablement bien délayée dans 6 à 8 litres de jus ou d'eau ordinaire. Ce ferment s'y renouvelle ensuite de lui-même pendant tout le cours des opérations, à quelques exceptions près, lorsque, par exemple, certaines altérations dans les betteraves diminuent l'activité du ferment reproduit et forcent à recourir, de temps en temps, à une nouvelle addition de levûre de bière.

née ; la fermentation continue la nuit sans addition de jus, et se trouve, comme la première fois, avoir accompli graduellement, en quarante-huit heures, ses phases principales.

On voit qu'une fois cette rotation établie on a, tous les matins, une cuve refroidie, que l'on distille dans la journée ; une autre cuve, qu'on laisse refroidir durant vingt-quatre heures ; et une troisième cuve pleine du liquide au même état, que l'on répartit entre celle-ci et la quatrième, vidée la veille, pour alimenter l'appareil distillatoire.

On suit aisément la marche de la fermentation en consultant le thermomètre plongé dans le liquide, et dont les degrés s'élèvent de 20 à 22 ou 25° et se soutiennent pour s'abaisser ensuite vers la fin de la réaction ; alors, la densité ayant diminué en raison de l'alcool formé, on reconnaît que la fermentation a produit les résultats attendus en plongeant dans le liquide un aréomètre Baumé ; celui-ci ne marque plus que 1 degré, tandis qu'il en marquait 5 à 6 dans le jus, avant que la fermentation alcoolique eût eu lieu, et qu'il marque 2 degrés pendant tout le temps que les jus sucrés arrivent graduellement, en neuf ou dix heures, dans les cuvées partagées en deux.

Ainsi donc, quatre cuves font tout ce service chaque jour. Lorsque l'une d'elles a été vidée pour alimenter la distillation et entretenir plein le réservoir supérieur de l'appareil, on trouve, à la fin de la décantation du liquide vineux, un dépôt boueux de ferment en excès au fond de cette cuve. Le dépôt doit être répandu sur les cuviers chargés au moment où la superficie des cossettes et même la grille supérieure sont recouvertes de jus ; cette précaution est utile, afin d'éviter le mélange de ce ferment dans la masse des betteraves en macération dans le cuvier, car il y pourrait développer une fermentation assez active pour *troubler le cours régulier* du jus par le dégagement des gaz. Au contraire, en le maintenant à la superficie, il se trouve dans les couches du liquide assez chaudes pour prévenir le mouvement de fermentation

que l'on veut éviter et détruire les propriétés laxatives de cette sorte de levûre.

La matière solide du dépôt, principalement formée des principes immédiats du ferment, contient des proportions notables de substance azotée, de matière grasse, de phosphates et d'autres composés salins. On a donc intérêt à le comprendre dans les rations alimentaires avec les autres résidus de la distillerie. Ce but est atteint par le moyen indiqué.

Quoi qu'il en soit, il est fort utile de soumettre à des nettoyages et rinçages très-exacts toutes les cuves au fur et à mesure qu'elles sont entièrement vidées et avant d'y introduire, de nouveau, du liquide en fermentation.

Une cause d'altération accidentelle plus ou moins nuisible au succès des fermentations se présente surtout vers la fin de la saison, relativement aux betteraves de certaines variétés, comme la disette, les betteraves rouges et jaunes longues, plus difficiles à conserver que les betteraves blanches, dites de Silésie.

Généralement on évite une espèce de fermentation visqueuse qui peut alors se produire dans les jus, en ajoutant sur les cossettes neuves, au moment où le cuvier vient de les recevoir, 2 kilog. de sel marin répandu en poudre ou en cristaux grenus sur toute la superficie.

Un des meilleurs moyens de conserver les vins de betteraves et de les préserver des altérations ultérieures qui transformeraient l'alcool en produits acides consiste dans l'addition du plâtre en doses de 2, 3 ou 4 millièmes du poids liquide : le carbonate de chaux ordinairement contenu dans le plâtre sature une partie de l'acide en excès, et le sulfate de chaux par ses propriétés antiseptiques dans ces conditions s'oppose aux altérations spontanées.

Distillation. — Cette opération s'effectue sur les liquides préparés comme nous venons de l'indiquer, beaucoup plus facilement que sur les matières pâteuses; les appareils économiques de combustible, dits à distillation continue, s'y appliquent aisément, et entre autres l'appareil de Derosne, que

nous avons décrit plus haut. Sa production journalière doit correspondre à la quantité de liquide vineux que l'on obtient.

Voici comment on s'y prend pour obtenir, au moyen de cet appareil, l'alcool contenu dans le liquide soumis à la fermentation et refroidi :

Ce liquide vineux est élevé, à l'aide d'une pompe, du récipient où il s'est écoulé, au sortir de la cuve, dans le réservoir situé au-dessus de l'appareil. Un flotteur attaché à une corde mince passant sur deux poulies indique, à l'ouvrier qui fait mouvoir la pompe, le niveau du liquide dans le réservoir élevé.

Un robinet adapté à ce réservoir permet de verser dans l'appareil le liquide à distiller, et d'une manière continue, en réglant l'écoulement de façon, d'une part, à obtenir, au sortir du serpentin, l'alcool distillé, au degré voulu, d'un autre côté à épuiser d'alcool la vinasse (qui marque alors environ 1° à l'aréomètre Baumé) pendant le temps que met à se remplir chacune des deux chaudières de l'appareil distillateur.

On satisfait à cette double condition, d'une manière économique, en réglant cet écoulement continu du liquide vineux (contenant 4 à 5 centièmes d'alcool réel), de telle sorte que l'alcool sorte du serpentin à 50° centésimaux environ (correspondant à 19° Cartier). La quantité de vinasse obtenue par heure est alors à peu près de 200 litres, en une ou deux fois, pour un appareil produisant 180 litres d'alcool à 50° en dix ou douze heures (1).

La distillation, comme on le voit, suit les autres opérations que nous avons précédemment décrites; elle les suivrait également, si le travail avait lieu jour et nuit pour l'appareil

(1) Si l'on s'apercevait, par des signes faciles à constater (indiqués plus haut, p. 187), que la vinasse contînt encore de l'alcool au moment où il faudrait la tirer, on ralentirait un peu l'écoulement du vin en diminuant l'ouverture du robinet. On prolongerait ainsi le séjour dans l'appareil, et l'épuisement en serait d'autant plus complet. Le contraire arrivant, on devrait ouvrir davantage le robinet.

distillatoire comme pour les macérations, mais elle pourrait avoir alors les inconvénients signalés plus haut.

Au lieu de se borner à produire de l'alcool à 50° centésimaux, on peut aussi rectifier cet alcool et le porter à 90 ou 94°, en le soumettant à une deuxième distillation dans le même appareil; mais on compléterait inutilement l'opération lorsque l'on trouve le débouché de l'alcool à 50°. Toutefois, la rectification devenant nécessaire en beaucoup de circonstances et dans presque toutes les grandes exploitations agricoles, nous indiquerons plus loin les procédés qui s'y rapportent. Quant aux petites exploitations, il sera souvent plus avantageux d'envoyer à un établissement central les liquides alcooliques à 50° obtenus dans plusieurs fermes, afin d'éviter soit l'interruption de la distillation première, soit la dépense d'un deuxième appareil pour effectuer la rectification des produits journaliers.

Afin de compléter la description de l'industrie que nous venons d'exposer, nous dirons comment on prépare, et à quel état l'on distribue aux animaux, la nourriture dans laquelle entrent les résidus de la distillerie.

Les cossettes traitées par la vinasse (2,000 kilogr., par exemple, obtenus en un jour d'environ dix heures) sont mélangées, au fur et à mesure de leur production et dès qu'elles arrivent dans la ferme, par charge de 200 kilogr., avec trois ou quatre fois leur volume de fourrages secs (menues pailles ou *balles* de froment, de seigle, d'avoine, ou de trèfle, luzernes, paille hachés, etc.).

Ce mélange est accumulé dans une cuve ouverte et représente à la fin de la journée un volume total de 3 à 4 mètres cubes, remplissant cette grande cuve en bois ou une case ou bassin en maçonnerie. Une fermentation s'établit promptement dans le mélange, et acquiert les propriétés que les agriculteurs recherchent dans les fourrages fermentés : la vinasse retenue par la cossette, suffit, en effet, pour communiquer au fourrage l'humidité et les matières organiques favorables à la fermentation; le même résidu introduit, en outre, une

chaleur convenable pour exciter le premier mouvement qui se propage, en élevant la température de toute la masse.

Il faut laisser une durée de vingt-quatre à trente-six heures à ces réactions spontanées pour amener le mélange au degré le plus convenable à l'alimentation des animaux. On remarque alors que les fourrages divisés, employés secs, ont acquis de la souplesse et se sont humectés. Le mélange exhale une odeur aromatique très-légèrement alcoolisée; on le distribue aux bœufs, vaches et génisses, même aux taureaux, en rations mesurées, représentant, pour chacun de ces animaux, 25 à 30 kilogr. de cossettes et trois à quatre fois leur volume, ou 75 à 90 litres de fourrage coupé, pesant à peu près 6 ou 7 kilogrammes.

En assistant à cette distribution dans les fermes, j'ai pu constater l'énergique appétit que manifestent les animaux, et l'avidité avec laquelle ils mangent leur ration ; il est évident, d'ailleurs, que, dans cette occasion encore, leur instinct ne les trompe pas, car on peut aisément reconnaître les signes certains d'une bonne digestion; leurs excréments solides ont, en général, une consistance plus ferme que cela n'a lieu d'ordinaire, lorsque la nourriture est aussi humide et lorsque la betterave ou les pulpes des fabriques de sucre sont distribuées à l'état cru, sans avoir subi de fermentation.

QUESTION ÉCONOMIQUE : COMPARAISON ENTRE LES QUANTITÉS DE SUBSTANCES ALIMENTAIRES OBTENUES DES SUCRERIES ET DES DISTILLERIES DE BETTERAVES.

La pulpe obtenue du râpage des betteraves dans les sucreries offre, sans doute, de précieuses ressources relativement à l'alimentation du bétail; mais quelques inconvénients sont attachés à l'emploi de ce résidu : il ne peut être obtenu qu'en masses trop considérables pour être distribué au fur et à mesure de sa production; car, en présence des difficultés de la fabrication et des frais accessoires de l'exercice pour la perception de l'impôt, il est impossible d'exploiter, avec profit,

des sucreries assez restreintes pour être considérées comme annexes des fermes. Il faut donc, de toute nécessité, emmagasiner la pulpe, et presque toujours la transporter vers des exploitations rurales plus ou moins distantes de l'usine : de là des frais de mise en silos, d'extraction, de transport, outre les intérêts des fonds employés dans cet emmagasinement et pour la construction de ces sortes de magasins en maçonnerie. D'ailleurs le travail des sucreries n'a pu, jusqu'ici du moins, être prolongé avec économie au delà de trois mois et demi ou quatre mois, ni par conséquent occuper les ouvriers durant tout l'intervalle de temps entre les plus actifs travaux des champs.

Il en est tout autrement des distilleries de betteraves, dans lesquelles on adopte une méthode analogue à celle que nous venons d'exposer. Alors, en effet, on peut aisément proportionner la fabrication aux besoins d'une ferme de grande ou moyenne importance ou de plusieurs fermes de plus petite étendue, groupées les unes auprès des autres, qui alimentent de matière première les opérations de la fabrication de l'alcool. Lorsque cette fabrication a lieu dans une ferme ou dans une usine centrale, et que les fermiers voisins reprennent, en retour, les résidus, ceux-ci, distribués journellement aux animaux, n'exigent pas la construction de magasins pour des approvisionnements quelconques. Les travaux de la distillerie se prolongent sans inconvénient ou même avec avantage durant sept mois, c'est-à-dire du 1er octobre au 10 mai, ou encore depuis l'époque où le *vert* (nourriture herbacée) finit jusqu'à celle où le vert recommence, intervalle de temps pendant lequel la main-d'œuvre surabonde dans les campagnes.

C'est précisément par le motif que la production de l'alcool doit, dans ce cas, être subordonnée à la consommation journalière des résidus, dans la ferme, que l'on peut considérer le produit industriel, l'alcool, comme accessoire, et le résidu ou produit agricole comme le but principal. En effet, dans la vue de bien ménager toutes les conditions éco-

nomiques, on n'augmentera pas la fabrication de l'alcool ni on ne la réduira, quel que soit le cours commercial, haut ou bas, de ce produit, et lors même que sa valeur vénale serait réduite au-dessous même de sa valeur actuelle, par exemple à 60 fr. les 100 litres à 90 ou 94°, le fermier-distillateur aurait encore avantage à continuer ses opérations, tandis que le distillateur-manufacturier, exclusivement, n'aurait probablement plus de bénéfice.

Enfin l'impôt sur le produit commercial, l'alcool, se perçoit aisément, sans embarras ni déboursé pour le cultivateur qui distille, car sa production journalière peut être régularisée facilement, et l'administration parvient, sans peine, à réclamer du consommateur ou du négociant le montant des droits sur les alcools vendus par le fermier, cet impôt n'étant perçu qu'à la consommation.

Une dernière objection avait été présentée contre l'établissement des distilleries dans les exploitations rurales : on rencontrera probablement, a-t-on dit, dans la fondation de ces industries annexes les mêmes difficultés que celles qui ont fait renoncer à l'introduction des petites sucreries dans les fermes.

A cette objection nous avions cru pouvoir répondre qu'indépendamment des avantages spéciaux que présentent les distilleries de betteraves, comparativement avec les sucreries indigènes, elles n'exigent ni agents chimiques ni matériel aussi dispendieux, et ne peuvent occasionner des opérations aussi complexes et aussi délicates; en effet, très-généralement, on emploie, pour extraire le sucre des betteraves, de la *chaux*, du *noir animal*, des *laveurs*, *râpes*, *presses hydrauliques*, *récipients* et *presses à écumes*, *chaudières à défécation*, *deux séries de filtres*, *appareils évaporatoires*, *réservoirs à sirops* et *mélasses*, *cristallisoirs*, *étuves*, *machines* et *générateurs à vapeur*, *appareils à égouttage forcé*, *étuves*, *laveurs à noir*, *fours à sécher et à révivifier*, *étouffoirs*, *moulins* et *blutoirs*, outre un grand nombre de menus ustensiles, le tout disposé dans de vastes bâtiments à plusieurs étages; il ne faut, au contraire, pour installer une distillerie nouvelle

au rez-de-chaussée, que *trois cuviers*, *quatre cuves et leur récipient*, *un laveur*, *un coupe-racine* et *un alambic* (voir, plus loin, le plan général).

Le matériel et les opérations n'offrent rien de plus compliqué ou dispendieux que dans les distilleries de grains, de pommes de terre, de marcs de raisins, depuis longtemps en usage dans diverses exploitations agricoles. Étant même plus simples que pour les distilleries de grains et de pommes de terre, les opérations n'exigeant pas, d'ailleurs, autant de soins ni de travail, on ne saurait croire que des difficultés sérieuses ou des préjugés tenaces dussent s'opposer à l'installation et à la propagation des distilleries de betteraves dans les fermes.

Il reste cependant encore un doute à lever : sous le rapport de la quantité et des qualités de la nourriture abandonnée aux animaux par chacune des deux industries du sucre et de l'alcool, existe-t-il une différence notable? En faveur de laquelle peut être cette différence? La réponse à ces questions me semble facile.

Admettons que les betteraves à sucre de qualité moyenne, contenant sur 100 parties 16 de substance sèche, soient traitées en vue d'en extraire du sucre ou de fabriquer de l'alcool, et cherchons quelle part restera, dans l'un et l'autre cas, aux animaux des fermes.

La pulpe provenant de 100 kilogr. de betteraves râpées et pressées, et dont on aura obtenu 84 de jus ou son équivalent, pèsera, en moyenne, 16 kilogr.; ce résidu, en raison de la quantité d'eau versée sur la râpe, qui a déplacé, par endosmose, une partie du sucre et des autres matières solubles, retiendra, au plus, 1 kilogr. de sucre et 1 kilogr. 25 de substances étrangères nutritives; or, la pulpe n'étant livrée au bétail qu'après un séjour, dans les silos, de trois ou quatre mois, en moyenne, ces quantités se sont réduites alors à 1 kilogr. 75, au plus, de matières nutritives supposées sèches.

Les cossettes provenant de 100 kilogr. de semblables betteraves, presque épuisées de sucre par les lavages à la vinasse,

retiennent à peu près la totalité des autres principes alibiles azotés et non azotés, gras, salins, etc., plus un peu d'acides acétique et lactique provenant de faibles doses de sucre altéré. La quantité totale de ces substances supposées sèches s'élève, pour 75 à 80 kilogr. de ces cossettes, à 6 kilogr. environ, c'est-à-dire à trois fois autant que dans le premier cas. Voir plus loin, p. 289 à 294, les résultats obtenus par M. Meurein et par M. Reizet.

On pourrait, à la vérité, substituer au procédé Champonnois, comme on l'a proposé, l'extraction du jus par le moyen du râpage et de la pression, soumettre ce jus directement à la fermentation alcoolique, puis réserver la masse qui en proviendrait, pour la mélanger bouillante à la pulpe pressée de chacune des opérations subséquentes. Dans ce cas, on réaliserait presque les avantages de la précédente méthode en ce qui touche la quantité de substance nutritive contenue dans le mélange de pulpe et de vinasse, et ce mélange, ajouté dans les mêmes proportions aux menues pailles et fourrages secs hachés, produirait, théoriquement, des effets aussi bons que ceux que nous avons signalés plus haut.

Mais la réduction de la betterave en pulpe aurait nécessité quatre fois plus de force mécanique que la division en lanières au coupe-racine. La dépense d'installation du matériel serait plus considérable et l'opération plus compliquée; il faudrait faire chauffer le jus, y ajouter 2 à 3 millièmes d'acide sulfurique, et toute l'opération, moins facilement régularisée, donnerait lieu, parfois, à des fermentations visqueuse ou lactique très-pauvres en alcool. On voit donc que ni les sucreries d'où l'on exporte les mélasses ni les grandes distilleries (1) ne semblent pouvoir offrir à l'agriculture des conditions aussi favorables que les distilleries nouvelles, annexes des fermes; celles-ci permettront de réaliser toutes les amé-

(1) Dans ces dernières, où l'on extrait le jus par le râpage des betteraves, la pulpe pressée ne pourrait probablement absorber toute la vinasse sans donner un mélange demi-fluide, difficile à transporter et à bien mêler avec les fourrages.

liorations que peut procurer la culture de la betterave non-seulement en ameublissant et nettoyant le sol par des labours profonds, ésherbages, binages et arrachages propres à cette culture, façons qui préparent si bien le sol pour les blés et les prairies artificielles, mais encore en laissant des résidus trois ou quatre fois plus riches en substances nutritives que la pulpe pressée. Ces résidus, par leur mélange, facilitent la consommation et l'assimilation des fourrages, dont la propriété nutritive se trouve, dès lors, notablement augmentée; fournissant une plus grande quantité d'aliments applicables à la production de la viande, ils rendent au sol, sous forme d'engrais, tout ce qui ne peut être assimilé par les animaux.

On parviendra à réaliser ainsi les quatre conditions corrélatives de progrès agricoles : accroissement de la nourriture animale, augmentation des engrais, développement des prairies artificielles et cultures sarclées, accroissement de la puissance du sol, de la force et du bien-être des populations.

Les rations journalières de pulpe adoptées par M. Bella, directeur de l'école d'agriculture de Grignon, sont au maximum : pour les animaux que l'on engraisse, 10 centièmes de leur poids; pour les vaches laitières 5 centièmes, et pour les animaux d'élevage 2 centièmes, outre, pour chacun d'eux, le complément de la ration en menue paille, fourrage haché, tourteaux.

On calcule, en moyenne, pour la nourriture d'une tête de gros bétail, bœuf de travail ou à l'engrais, sur 1 hectare, dans les exploitations agricoles les plus avancées, 30 kilogr. de pulpe de distillerie mélangés avec 4 ou 5 kilogr. de menue paille et fourrages hachés; plus, 1 1/2 à 2 kilogr. de tourteaux de graines oléagineuses, ou l'équivalent en foin, céréales ou graines diverses.

Voici comment on peut calculer les résultats de la distillation des betteraves en employant le procédé Champonnois sur une ferme de 80 hectares.

Les frais d'installation se composeraient, sauf le bâtiment, du prix d'un appareil à distillation continue traitant, par

jour, le jus fermenté de 2,250 kilogr. de betteraves épluchées produisant environ 1 hectol. 80 litres d'alcool à 50°.

Appareil distillatoire..	2,500 fr.
Laveur et coupe-racine.	300
Cuvier pour la macération, en tôle, avec robinets et tuyaux..	1,000
Chaudière à réchauffer et réservoir à vinasse.	250
Quatre cuves à fermentation.	320
Pompe, tuyaux, robinets pour les cuves.	800
TOTAL.	5,170 fr.

Cette fabrication journalière correspondrait à 15 hectares environ cultivés en betteraves sur une ferme de 80 hectares.

Elle fournirait, par jour, 2,000 kilogr. de pulpes imprégnées de vinasse complétant, avec 5 volumes ou 250 kilogr. de fourrages hachés, la nourriture de quatre-vingts têtes de gros bétail, ou l'équivalent si l'on en remplace une partie par des moutons, et si l'on compte six ou sept de ceux-ci pour un bœuf ou une génisse. Cette alimentation pourrait être donnée pendant deux cents jours au moins; elle correspondrait à un produit de 360 hectolitres d'alcool à 50° valant aujourd'hui 18,000 francs. En supposant que les cours pussent être encore abaissés de moitié, cette quantité, à 25 francs l'hectolitre, représenterait 9,000 francs, qui constitueraient un bénéfice net de 6,000 francs, en attribuant à la pulpe toute sa valeur dans l'application à la nourriture du bétail.

On peut encore établir le calcul comme il suit, pour une fabrication journalière opérant sur 2,000 kilog. de betteraves blanches, contenant 10 pour 100 de sucre :

DÉPENSES.	Betteraves, 2,000 kil. à 19 fr. les 1,000 kil.	38 fr.	»
	Main-d'œuvre, trois ouvriers à 2 fr. 50 c. .	7	50
	Houille, 1 hect. 1/2 à 2 fr.	3	»
	Un cheval au manége.	2	50
	Intérêt de 5,470 fr. à 10 pour 100.	2	75
	Et de 5,000 fr., local à 5 pour 100; plus, réparations, etc.	1	90
	Total.	55 fr.	65

RECETTES.	200 litres d'alcool à 50 degrés à 50 francs les 100 litres.	100	»
	Bénéfice net.	44 fr.	35

par jour, ou de 8,870 francs pour deux cents jours, outre la valeur des résidus.

Si l'on supposait le cours abaissé à 30 francs les 100 litres, la recette serait réduite à 60 francs; le bénéfice, presque en entier, consisterait dans la valeur de la pulpe, représentant 20 francs par jour on environ 4,000 francs en une campagne de deux cents jours (1).

Sur une ferme de 150 hectares, en cultivant, chaque année, 50 hectares qui produiraient 800,000 kilogrammes de racines, on obtiendrait 800 hectolitres d'alcool à 50 degrés, qui, au bas prix de 30 francs, représenteraient une valeur de 24,000 francs et un bénéfice net de 1,740 francs environ; il en résulterait une quantité de 700,000 kilogr. de pulpe, suffisante pour compléter la nourriture de cent cinquante têtes de gros bétail. La valeur de ce complément de nourriture quadruplerait le bénéfice.

Voici comment on pourrait, dans ce cas, établir approximativement le compte de revient de l'alcool qui se trouve réduit, parce que dans cette fabrication, presque double de la précédente, les frais seraient loin d'être doublés. On comprend, d'ailleurs, que les éléments de ces comptes de revient pourraient varier suivant les circonstances locales.

Compte de fabrication de l'alcool et de la production journalière des résidus dans une ferme.

DÉPENSES.	Betteraves, 4,000 kil. à 16 fr. les 1,000 kil. .	64 fr.	»
	Ouvriers, quatre à 2 fr. 50 c.	10	»
	Houille, 2 hectol. 1/2 à 2 francs.	5	»
	Cheval au manége.	2	50
INTÉRÊTS.	Capital mobilier, 10 pour 100.	4	»
	Bâtiment, 5 pour 100.	2	»
	PRODUIT, 4 hectolitres à 50° coûtent. .	87 fr.	50

(1) Le cours des alcools trois-six de Montpellier a varié entre 80 et 93 fr.,

1 hect. à 50° coûterait donc. . . . . 21 fr. 875

En supposant le cours de l'alcool marquant 50° abaissé à 25 fr. l'hectolitre, pris sur place, le bénéfice par hectolitre serait de 3f,125, ou, pour 4 hect., de. . . . . 12 fr. 50
ou de 3,704 fr. pour les 800 hect. en 200 jours, mais en y ajoutant la valeur du résidu, ou 3,560 kilog. de pulpe chargée de vinasse, à 10 fr. les 100 kilog. . . . . 35 fr. 60

Le bénéfice total s'élèverait à. . . . 48 fr. 10

ou, pour une campagne de 200 jours, à 9,620 francs.

On voit donc que, dans ce cas, la production de l'alcool serait accessoire : car le bénéfice sur ce produit atteindrait seulement le quart du bénéfice total.

On peut, enfin, établir le compte de revient suivant de l'alcool et de la pulpe par 1,000 kilog. de betteraves dans les distilleries agricoles traitant, par jour, 4,000 à 20,000 kilog., suivant le système Champonnois, en consultant le rapport de la Société impériale et centrale d'agriculture pour la campagne 1855-56, présenté par une commission composée de MM. Boussingault, Dailly, Delafond, Payen, Pasquier, Pommier, Tiburce Crespel, Yvart, et Baudement rapporteur.

Betteraves, 1,000 kilogrammes.	16 fr. »	24 fr. 08
Combustible.	1 55	
Main-d'œuvre et frais divers.	4 53	
Entretien et réparations.	2 »	
A déduire pour la valeur de 750 kilogr. de pulpe. . .		7 50
Dépense nette.		16 fr. 58

Produit, 45 litres (équivalent de 90 à 50°) coûtant 16 fr. 58 c.,
100 litres reviennent à. . . . . 34 fr. 84
Rectification et frais accessoires. 20 16

55 fr. »

depuis 1824 jusqu'en 1830; de 100 fr. à 65 fr. 50 c., entre 1831 et 1841; de 56 à 206 fr. de 1842 à 1854. Au mois d'août de cette dernière année, il s'élevait à 226 fr.; du mois d'octobre 1855 au mois d'août 1856, les prix de l'alcool de betterave ont oscillé entre 96 et 141 fr.: le cours, depuis, s'est maintenu entre 100 et 110 fr.

En admettant pour l'alcool la moyenne des cours en 1855-56 =	113 fr.	et en 1856-57	105 fr.
Si l'on déduit pour chacune des deux campagnes le prix coûtant. .	57		57
Le bénéfice sera : en 1856 de. .	56 fr.	et en 1857 de	48 fr.

On se rend aisément compte de ces avantages, qui semblent exagérés au premier abord, en considérant que dans un grand nombre de fermes, notamment aux environs de Paris, on trouve avantageux de préparer la nourriture des animaux avec de la betterave réduite en tranches minces et mélangée, sans en séparer le jus, avec trois fois son volume de fourrage haché. On laisse la fermentation s'établir et continuer dans des fosses pendant quatre ou cinq jours (1).

Dans ces conditions, il se produit, aux dépens du sucre,

(1) On a constaté depuis longtemps, en Allemagne, les avantages que présente la fermentation des fourrages hachés et mélangés avec des racines coupées.

Cette méthode, en beaucoup de circonstances, peut remplacer la coction, tout en évitant les frais de combustible.

Elle a surtout pour résultat utile de faire consommer aux animaux, avec profit, des substances dures, sèches, coriaces, notamment certaines pailles, les gousses ou siliques de colza, les capsules des graines de lin, la menue paille *ba(lles* d'avoine, de blé, de seigle).

Dans quelques terrains appauvris et dans les années de disette des fourrages, cette pratique a donné des résultats fort avantageux, et dont on comprendra l'importance, si nous en citons quelques exemples remarquables.

En 1836 et durant les années suivantes, le docteur Schweitzer, chargé de diriger l'exploitation du domaine de Tharand, en Saxe, qui se trouvait dans un état déplorable sous le rapport de la production des fourrages, essaya d'abord, mais vainement, divers moyens pour faire consommer la paille de seigle, sans mélange de foin, à ses bestiaux. Il eut alors recours à la fermentation avec mélange de racines coupées, et pendant six années consécutives entretint ses animaux en si bon état, qu'il parvint à relever la fécondité du sol au niveau des terres les plus fertiles.

M. Nivière, de son côté, reconnut, par des expériences en grand, que la paille hachée, soumise à la fermentation, produisit, par 100 kilogrammes de son équivalent en foin, 3^{k},270 de viande, tandis que la même paille, distribuée aux animaux en égale quantité, ne fit obtenir que 0^{k},900, c'est-à-dire trois fois et demie moins de viande. (Voyez le *Bulletin de la Société impériale et centrale d'agriculture*, 1852-53, p. 216 à 223.)

de l'alcool qui se volatilise en grande partie, et il reste un mélange semblable, à peu près, à celui qu'on obtient avec les pulpes imprégnées de vinasse. La principale différence, dans cette opération, consiste à laisser perdre l'alcool au lieu de le recueillir suivant le procédé de macération à la vinasse, fermentation continue et distillation.

On arrive également à des résultats défavorables, par la perte de l'alcool, lorsqu'on soumet à la cuisson les betteraves entières, qu'on les écrase ensuite entre des cylindres en y ajoutant 25 centièmes d'eau, pour mélanger et faire fermenter l'espèce de bouillie, ainsi obtenue, avec trois fois son volume de fourrages hachés, comme cela se pratique maintenant dans plusieurs exploitations rurales. La dépense de force mécanique, main-d'œuvre et combustible est à peu près la même que dans une distillerie bien organisée; la fermentation durant quatre ou cinq jours transforme, en grande partie, le sucre en produits volatils, et la différence principale est encore la perte presque entière de l'alcool, sans compensation.

DESCRIPTION DE L'APPAREIL A MACÉRATION

et plan général d'une fabrique d'alcool annexée à une petite ferme.

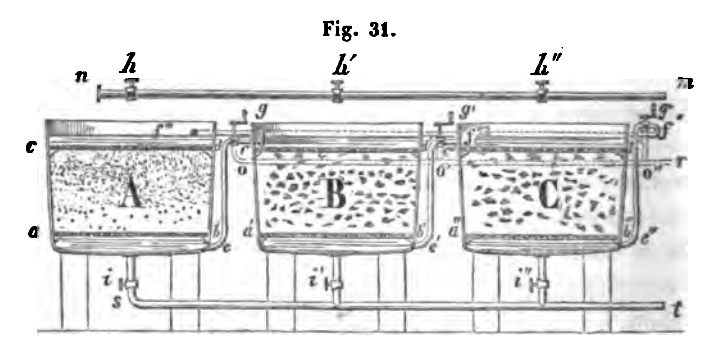
Afin de mieux faire comprendre les détails et l'ensemble des dispositions relatives à la fabrication de l'alcool dans les fermes suivant le système Champonnois que nous venons d'exposer, nous donnerons maintenant la description, avec figures, 1° de l'appareil à extraire le jus au moyen de la vinasse; 2° de la disposition générale d'un atelier où l'on aurait à traiter chaque jour, en douze heures, 4,000 kilog. de betteraves; puis nous indiquerons les simplifications et améliorations récentes apportées par M. Champonnois dans les dispositions générales et les différentes parties des opérations.

DESCRIPTION DE L'APPAREIL A MACÉRATION.

Le dessin ci-contre montre, par une coupe verticale, les trois cuviers en bois ou en tôle, A B C, qui sont représentés séparés, afin de laisser voir plus aisément les détails des tubes et robinets (1).

Le cuvier A est représenté, comme ceux qui suivent, plein de betteraves découpées en lanières ou rubans; cette ma-

Fig. 31.



tière repose sur le faux fond en tôle percé de trous *a b*; un deuxième fond mobile percé de trous *c d*, posé librement sur les cossettes, les maintient assez pour que le jet de vinasse ou de jus déplacé qui doit y être versé (par les robinets *g* ou *h*) ne puisse déranger sensiblement leur superficie aplanie et nivelée préalablement.

Un tube latéral *e f* contourné en *s* permet de faire passer le jus déplacé par la vinasse, du cuvier A sous le faux fond, dans la partie supérieure du cuvier B, au-dessus du deuxième fond à claire-voie. Il suffit, pour opérer ce virement, que le liquide, dans le cuvier A, s'élève au-dessus du niveau du liquide dans le cuvier B et que la communication soit ouverte entre ces deux cuviers à l'aide du robinet à trois eaux *g*.

(1) Dans l'exécution, les cuviers se touchent par leurs bords supérieurs, et il reste dans l'intervalle en coin, entre leurs parois extérieures courbes, un espace suffisant pour loger les tubes et robinets indiqués entre eux.

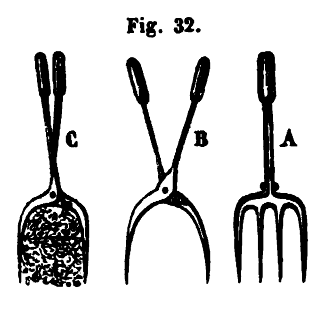
Le liquide, déplacé dans le cuvier B par le jus pur ou mêlé de vinasse qui lui arrive ainsi, filtre au travers des cossettes pour descendre sous le faux fond, et il passe ensuite, par le tube contourné *e' f'*, dans le cuvier C, qu'il remplit à son tour.

Ce cuvier présente des dispositions semblables; mais, pendant tout le temps que l'on fait arriver la vinasse par le robinet *h* dans le cuvier A, la communication entre le fond du cuvier C et la partie supérieure du cuvier A est interceptée à l'aide du robinet à manivelle *g''*, qui ferme à volonté cette communication et empêche le passage par le tube (ponctué) *f' f'*.

Lorsque les trois charges successives de vinasse ont été versées dans le cuvier A et ont fait passer le jus successivement déplacé dans les cuviers suivants B C, la cossette du premier cuvier ayant échangé tout son jus contre la vinasse qui s'y est, à trois reprises, substituée, il s'agit de vider ce cuvier : on ferme d'abord le robinet *g*, qui intercepte alors la communication avec le cuvier B; puis on ouvre le robinet du fond *i*, qui laisse écouler tout le liquide interposé par le tuyau *s t* conduisant à la pompe, au moyen de laquelle on remonte ce liquide dans la chaudière à réchauffer.

La pulpe du cuvier A se trouvant alors bien égouttée, on enlève le fond à claire-voie *c d*, qui recouvrait cette pulpe;

Fig. 32.



on retire toute la masse au moyen de la double fourche articulée A B C, fig. 32, ci-dessus.

Double fourche articulée.

A, vue de face.

B, vue ouverte au moment où l'on plonge la partie intérieure dentée dans la cossette épuisée que l'on veut enlever.

C, représentée fermée, lorsqu'on rapproche les poignées afin de serrer fortement la cossette engagée entre les deux fourches formant une sorte de pince et de pouvoir extraire du cuvier la masse pulpeuse ainsi maintenue.

La pulpe enlevée est jetée aussitôt sur le plan incliné, qui la fait couler sur le dallage ou pavé de la pièce voisine, où s'effectue le mélange avec les fourrages hachés, puis la fermentation de ce mélange dans des cuves, bassins ou cases en maçonnerie.

Dès que le cuvier A est vidé, on le remplit de betteraves neuves découpées en lanières comme la première fois.

Pendant ce temps on a fait arriver, de la chaudière à réchauffer, par le tube *m n* et le robinet *h'*, une charge de vinasse dans le cuvier B. Cette charge a déplacé le liquide du cuvier B pour le faire passer par le tube *e' f'* dans le cuvier C. Le liquide le plus sucré, ainsi déplacé à son tour, s'est, au fur et à mesure de son déplacement, écoulé par l'ouverture inférieure du robinet *g''*, dont la manivelle a été convenablement tournée; ce liquide, descendant par le tube vertical *g'' o''*, a été conduit dans les cuves à fermentation par le tube horizontal *r*, qui se prolonge dans cette direction.

Lorsque l'écoulement du jus sucré est fini, on ferme, à l'aide de la manivelle *g''*, la communication avec les grandes cuves, en même temps que l'on ouvre, au moyen de ce même robinet à trois eaux, la communication entre le cuvier C et le cuvier A, par le tube horizontal *f' f''*. On voit que ce cuvier A, rempli de cossettes neuves (betteraves fraîches que l'on vient de découper), se trouve être alors le troisième; car, lorsque l'on verse par le robinet *h'* une charge de vinasse dans le cuvier B, le liquide déplacé par cette vinasse passe dans le cuvier C, déplace le jus interposé que

contient celui-ci pour le faire passer dans le cuvier A, qui, contenant alors aussi le jus le plus sucré, l'envoie à son tour, pendant que l'on verse une nouvelle charge de vinasse, dans le cuvier B, et, dès que l'on tourne convenablement le robinet *g*, dans le tube *o o' o'' r*, qui le conduit aux cuves à fermentation.

Le cuvier B, dans lequel on a versé la dernière charge de vinasse, est alors isolé en fermant le robinet *g'*.

On fait écouler le liquide interposé (mélange de vinasse avec un peu de jus) par le robinet de fond *i*; celui-ci le laisse passer dans les tuyaux *s t*, et il se trouve conduit ainsi vers la pompe, qui l'aspire et l'élève dans la chaudière à réchauffer.

Alors, à son tour, le cuvier B est débarrassé de sa pulpe égouttée, rempli de betteraves fraîches (ou neuves) découpées; il devient le troisième de la série, et dès que l'on fait arriver une première charge, une deuxième, enfin une troisième charge de vinasse sur le cuvier C, il reçoit les liquides déplacés successivement dans les cuviers C et D.

Il est facile de comprendre qu'ainsi, chacun à son tour, chaque cuvier se trouve être le premier, le deuxième et le troisième dans la série qui commence et finit cette sorte de lavage méthodique.

Au surplus, on comprendra mieux encore l'ensemble des opérations, successivement faites, en jetant les yeux sur les plans généraux, pl. 10, dont voici les dispositions principales. Les lettres semblables indiquent les mêmes objets dans les deux planches :

A, halle de réception des betteraves et de préparation des mélanges de fourrages, contenant le manége hache-paille, cuves ou citernes à fourrages mêlés et laveur.

B, laveur mécanique ordinaire : cylindre à claire-voie, en fer ou en bois, tournant avec une vitesse de 10 à 15 tours par minute, dans une caisse à demi pleine d'eau, recevant les betteraves par une trémie, les rejetant à l'aide de l'hélice intérieure au delà de l'autre bout, en C.

D, coupe-racine formé d'un disque de $0^m,75$ à 1 mètre, animé d'un mouvement de rotation de 150 tours par minute, et qui peut être remplacé par le coupe-racine décrit page 209, mieux encore par le nouvel ustensile décrit page 266.

E, cuviers macérateurs recevant les betteraves découpées en rubans ou fines lanières, et les rendant, à tour de rôle (comme il est dit ci-dessus), épuisées de jus sucré remplacé par la vinasse.

E E', banquette sur laquelle se fait le service pour emplir et vider les cuviers.

E''; baie ouverte sur laquelle se rabat un plan incliné en bois qui reçoit les pulpes épuisées et les conduit sur un carrelage E''', devant les réservoirs, citernes, bassins ou cases à fourrage. Le mélange effectué sur ce carrelage est aussitôt jeté dans lesdits réservoirs.

F, citernes, bassins ou cases en bois ou en maçonnerie, bordés, à la partie supérieure, d'un madrier en bois.

G G' G'' G''', quatre cuves à fermentation auxquelles aboutit le tube alimentaire *c c*, qui reçoit les décharges successives des jus sucrés déplacés par la vinasse dans les trois cuviers.

A l'aide de deux paires de robinets *c' c'*, débouchant directement près du niveau supérieur desdites cuves, il est très-facile de faire arriver, soit dans l'une, soit dans deux de ces cuves, le jus sucré.

On peut également vider alternativement chacune de ces cuves, à l'aide de quatre robinets *d' d'* adaptés chacun à la paroi latérale, et à 50 on 60 centimètres au-dessus du fond d'une cuve et correspondant, dans l'intérieur, avec un tube plongeur *d*, et, à l'extérieur, avec le tube commun aux quatre cuves *d'' d''*, celui-ci aboutissant à une pompe *d'''*, qui élève le vin dans le réservoir J, alimentaire de l'alambic.

Non-seulement le tube commun *d'' d''* sert à la vidange des quatre cuves, mais encore il permet d'établir à volonté une libre communication entre elles toutes, ou entre deux ou trois seulement.

Nous avons vu plus haut, en effet, qu'il est utile de mettre en communication deux cuves lorsque l'on veut, chaque jour,

partager le liquide en fermentation dont une cuve est pleine, entre cette cuve et une autre des quatre, qui se trouve vidée et disposée pour recevoir la demi-cuvée. L'opération est très-simple : les quatre robinets étant fermés, il suffit d'ouvrir, d'un côté, le robinet adapté à la cuve vide, soit, par exemple, celui qui est adapté à la cuve G, et, d'un autre côté, le robinet adapté à la cuve pleine, soit, par exemple, celui qui est adapté à la cuve G'', pour qu'aussitôt le liquide s'écoule de celle-ci dans l'autre, jusqu'au moment où, étant arrivé au même niveau dans les deux cuves G et G'', tout écoulement cesse : le partage étant opéré, on ferme les deux robinets.

C'est alors, ainsi que nous l'avons dit plus haut, qu'il faut faire arriver simultanément dans les deux demi-cuvées le jus sucré fourni par l'un des trois cuviers macérateurs. On ouvre donc les deux robinets situés sur le trajet du tube alimentaire spécial *c c* et correspondant l'un à la cuve G'', l'autre à la cuve G ; dès lors aussi, chacune des décharges du jus sucré venant de l'un des trois macérateurs par le tube *c c c* se répartit entre lesdites cuves G'' et G, jusqu'à ce qu'elles soient remplies ; on règle facilement, d'ailleurs, ce partage entre les deux cuves, en ouvrant plus ou moins les robinets correspondants ; on est guidé dans cette répartition en consultant l'élévation progressive du niveau indiqué dans chaque cuve par un flotteur duquel part un fil enroulé sur deux poulies et muni d'un contre-poids qui passe devant une tige graduée ; on règle l'ouverture des robinets de façon à ce que le niveau monte également dans les deux cuves. On doit aussi régler l'écoulement de façon à maintenir entre 23 et 27° la température favorable à la fermentation alcoolique.

H H', première et deuxième chaudières de l'appareil distillatoire Derosne, ci-après décrit.

I I, colonne verticale, et I', serpentin, couché ou horizontal, du même appareil.

h h, tube de vidange conduisant la vinasse épuisée d'alcool de la première chaudière H, lorsque l'on ouvre son robinet de fond, dans le réservoir à vinasse K.

K, réservoir cylindrique à vinasse muni d'un trou d'homme O, destiné à faciliter les nettoyages. Ce réservoir est chauffé par la chaleur perdue d'un conduit de la fumée qui a passé autour des parois de la chaudière à réchauffer et se rend dans la cheminée N, commune au fourneau de l'alambic, dont le foyer est situé sous la chaudière H et au foyer sous la chaudière à vinasse.

L, chaudière à vinasse sous laquelle est pratiqué un foyer indiqué par des lignes ponctuées, et dont la flamme, après avoir chauffé le fond, circule autour des parois latérales pour se rendre dans le conduit de fumée passant sous le réservoir à vinasse et aboutissant à la cheminée N.

Appareils et dispositions simplifiés.

M. Champonnois a simplifié et rendu plus économique cette disposition en faisant servir le réservoir à vinasse de chaudière à réchauffer, et dirigeant, par un carneau double, la fumée échappée de la deuxième chaudière H' dessous et autour des parois. Il lui a suffi de partager en deux capacités ce réservoir par un diaphragme vertical fixé longitudinalement. Le double vase ainsi formé contient dans une de ses capacités la vinasse qu'elle reçoit de la première chaudière de l'alambic H, chaque fois que celle-ci est vidée; la deuxième capacité contient la vinasse légèrement sucrée que la pompe *b''* soutire de chacun des cuviers macérateurs à tour de rôle, et qu'elle monte dans ledit compartiment faisant fonction de chaudière à réchauffer.

Deux robinets spéciaux fixés au bout de ce réservoir cylindrique et correspondant l'un au premier compartiment, l'autre au deuxième, permettent de faire écouler à volonté, sur chacun des cuviers macérateurs, soit la vinasse épuisée de l'alambic, soit la vinasse un peu sucrée extraite d'un macérateur, et que l'on avait élevée, par la pompe, dans l'un des compartiments pour la réchauffer.

Nous allons voir comment M. Champonnois est parvenu à

supprimer le réchauffement de la vinasse et, par conséquent, les deux chaudières à réchauffer, tout en simplifiant l'ensemble et quelques autres détails de la disposition générale et des opérations.

Les perfectionnements en question sont basés sur les observations suivantes :

Lorsque, pour la macération et le lessivage ou déplacement du jus des betteraves fraîches (rubans découpés au coupe-racine), on augmente la proportion de vinasse (après avoir, pour les premières opérations, employé une plus grande quantité d'eau) (1), que l'on porte cette proportion à 120 ou même 150 litres, au lieu de 100 litres pour 100 kilogr. de betteraves, la matière sucrée se trouvant étendue dans un plus grand volume de liquide, la fermentation devient plus régulière et plus complète.

D'un autre côté, dans cette masse plus grande de liquide, qui se concentre un peu à chaque distillation, la quantité des sels fixes s'accroît et, en tout cas, se trouve augmentée comme le volume du liquide; en outre, les sels, les acides végétaux, précédemment mis en liberté par l'acide sulfurique, se trouvent passer en plus grande abondance sur les betteraves découpées, et il en résulte naturellement que l'on peut alors réduire la dose d'acide sulfurique à 1 litre 1/2 et même au-dessous, au lieu de 2 litres pour 1,000 kilogrammes : c'est à la fois une économie et une amélioration introduite dans la qualité de la ration des animaux (2).

(1) On pourrait aussi se procurer la plus grande quantité de vinasse en laissant mieux égoutter la pulpe, avant de la mélanger aux fourrages.

(2) Lorsqu'on fait macérer à l'eau, on doit élever la dose d'acide à 2,5 ou 3 millièmes 1/2. On a cherché les moyens de remplacer l'acide sulfurique. M. Tilloy y est parvenu en faisant usage d'acide chlorhydrique, qui est à meilleur marché, mais attaque plus les appareils. M. Champonnois avait employé, dans le même but, différents sels. M. Kuhlmann a proposé d'y faire servir les résidus acides (chlorure de manganèse) de la fabrication du chlore, les résidus acides (sulfate acide de chaux) de la fabrication des acides gras, les bisulfates, les sulfates de fer. Outre les essais à faire pour constater l'efficacité de ces sels dans la macération et la fermentation, il faudrait s'assurer qu'ils n'ont aucun inconvénient dans la nourriture des animaux.

. Cette modification présente encore d'autres avantages : la masse plus grande de liquide employée au déplacement du jus, aidant à réaliser cet effet, permet de supprimer les chaudières à réchauffer les dernières parties de la vinasse filtrée sur la pulpe, nouvelle économie de combustible ou du moins de matériel; mais ce n'est pas tout encore, la betterave, fraîche, ne recevant plus le contact de la vinasse bouillante, est moins amollie (sans doute par la raison que la pectose et les pectates qui relient ses cellules sont moins complétement décomposés), se tasse moins, et laisse des interstices plus favorables à la filtration régulière (1).

C'est même en vue d'obtenir plus sûrement ce résultat que M. Champonnois évite aujourd'hui de faire couler toute bouillante, sur les betteraves en voie de macération, la vinasse sortant de l'alambic; il lui fait parcourir un caniveau régnant le long des cuviers. Ce caniveau couvert communique, par sa partie supérieure, d'un bout avec l'air atmosphérique, et, de l'autre, vers l'entrée de la vinasse, avec une large cheminée en bois dans laquelle la vapeur s'élève et produit un tirage appelant l'air dans la conduite, en sens contraire à la direction du liquide qui s'écoule; on peut, à volonté, modérer ce moyen de refroidissement, en réglant par un registre la section de passage dans la cheminée verticale.

On comprend, en effet, que, suivant la température extérieure plus ou moins élevée et parfois très-basse, il faut changer les dispositions pour amener, dans les temps froids ou chauds, à la température convenable, ces jus, qui se rendent aux cuves où la fermentation s'accomplit. On parvient facilement à les échauffer davantage dès que cela devient utile, en augmentant la proportion de vinasse et fermant le registre, qui supprime aussitôt le courant d'air dans le caniveau.

(1) J'ai appris de M. Robert, de Sellovitz, que des observations semblables, mais relatives au traitement des cossettes fraîches pour en extraire le sucre, l'ont déterminé à faire macérer, sans élever la température des tranches de betteraves au-dessus de 70 à 75° ; qu'il a obtenu ainsi une filtration plus régulière et surtout des jus plus purs, d'une défécation plus facile.

Il est particulièrement avantageux de porter la quantité de vinasse jusqu'à 150 pour 100 de betteraves, lorsque celles-ci sont petites, plus fibreuses et plus sucrées qu'à l'ordinaire.

Lorsque les betteraves sont, au contraire, très-aqueuses et peu sucrées, le volume de la vinasse s'en accroît d'autant, car la distillation extrait des jus fermentés moins d'alcool et moins d'eau ; on peut alors obtenir un excédant de vinasse qu'il faudrait, non sans inconvénients parfois graves, faire écouler hors de l'usine : l'évaporation dans le caniveau, par le courant d'air que l'on active dans ce cas, peut amoindrir où supprimer cet excédant nuisible.

C'est en s'appuyant sur les considérations ci-dessus exposées que M. Champonnois a simplifié le matériel et les opérations des distilleries rurales, tout en augmentant le rendement en alcool.

La pl. 14 représente les dispositions générales de l'une des usines de ce genre. Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans les quatre figures. Le manége G (fig. 1 et 3) transmet le mouvement par des courroies au laveur E, fig. 1, au coupe-racine D, fig. 1 et 3, et aux trois pompes, fig. 1 et 2. Les cossettes sont chargées successivement dans les trois cuviers en bois B B B, fig. 1 et 2, munis d'un trou d'homme au bas pour faciliter leur vidange ; on peut remarquer que ceux-ci sont deux fois à deux fois et demie plus profonds que dans les premières distilleries : cette disposition nouvelle a pour but de commencer et finir la macération ainsi que l'épuisement dans chacun des trois cuviers isolément. A cet effet, lorsqu'on a fait couler sur un des cuviers la quantité de vinasse utile pour déplacer le jus et faire sortir près du haut (à l'aide d'un caniveau vertical adapté sur le faux fond, comme dans l'appareil des cuviers macérateurs à l'eau, pl. 11), pour 100 de betteraves, 150 litres de liquide qui se rend aux cuves de fermentation C C C, on soutire toute la vinasse restée dans le cuvier, en ouvrant un robinet de fond qui laisse écouler ce liquide dans le réservoir d'une des pompes F, et celle-ci le remonte aussitôt dans un des deux

autres cuviers B que l'on vient de remplir de betteraves découpées. L'opération se fait de même dans celui-ci, qui fournit, à son tour, à la fermentation, 150 de jus et vinasse pour 100 de betteraves ; ensuite toute la vinasse interposée est écoulée dans le réservoir de la pompe F, qui la remonte dans le troisième cuvier, et, ainsi de suite, on vide chacun des cuviers, et on jette aussitôt la pulpe dans l'une des cases à mélange I, I, I. Dans ce système, toute l'opération de macération et de filtration ayant lieu dans chaque cuvier isolément, on peut leur donner une durée de deux ou trois heures de plus, qui est très-favorable à la macération, au déplacement et au lessivage mieux gradués.

Chacun des cuviers, à son tour, reçoit le liquide que la pompe lui amène d'un autre cuvier en vidange ; puis ensuite la vinasse, sortant de l'appareil distillatoire A soit directement, soit par l'intermédiaire de l'une des pompes F, et, dans tous les cas, à l'aide du caniveau ventilateur dont nous avons signalé plus haut les dispositions et l'utilité.

Trois cuves à fermentation C C C, communiquant entre elles par trois robinets à moitié de leur hauteur, fig. 1, 2, 3, suffisent aux opérations que nous avons précédemment décrites ; car un réservoir inférieur E, fig. 3, reçoit tout le jus fermenté remonté à l'aide de la troisième pompe F dans le réservoir supérieur de l'appareil distillatoire A.

Les betteraves, d'ailleurs, arrivent des champs ou des silos dans l'atelier J, où se trouve le laveur E, qui les reçoit et les livre au coupe-racine D.

On remarque enfin dans le plan, fig. 1, l'emplacement H destiné à l'appareil rectificateur.

Les dispositions générales que nous venons de décrire permettent l'emploi de cuviers et cuves en bois, suppriment la plus grande partie des robinets et simplifient beaucoup toutes les opérations. Voyez, page 165, les plus récentes améliorations.

Voici un compte détaillé extrait du rappôrt de M. Dailly présenté à la Société impériale et centrale d'agriculture, dans la séance du 2 mai 1845, on y trouvera des renseignements

utilès basés sur des données très-exactes : il y a lieu, toutefois, de faire remarquer que le prix des betteraves y est porté très-haut, à 24 fr. les 1,000 kilog.; que les simplifications indiquées ci-dessus p. 234, et plus loin p. 265, y apporteraient des économies notables, que M. Dailly a réalisées lui-même depuis 1858, époque à laquelle il a remplacé l'appareil primitif par la colonne en fonte de M. Champonnois (décrite plus loin).

COMPTE DE FABRICATION DE M. DAILLY, SUR 126 OPÉRATIONS.

Exercice 1854-55 : betteraves, 484,600 kilogr., à 24 fr. les 1,000 kilogrammes	11,630 fr.	40
Mise en silos	260	»
Main-d'œuvre : transport au laveur, lavage, découpage, macération, fermentation, distillation	1,364	15
Combustible. { macération, 6,000 k. / distillation, 12,200 } 18,200 à 40 fr. les 1,000 kil.	728	»
Acide sulfurique, 620 kilogr. à 20 fr. les 100 kil.	124	»
Savon noir, 132 kilogr. à 70 fr. les 100 kilogr.	92	40
Levûre, 30 kilogr. à 1 fr. 20	36	»
Fûts pour transporter les flegmes	226	»
Transport des flegmes	116	80
Force motrice	422	»
Usure de la machine	313	60
Usure du bâtiment	50	50
Direction, 290 fr., éclairage, 180; total	470	»
Loyer, 125 fr.; assurance, 54; total	189	»
Impôts directs et patente, 100 fr.; imp. indir., 8 fr. 60.	108	60
Contribution aux dépenses de la ferme, 200 fr., frais généraux, 80 fr. 80 c.	280	80
Amende pour manquant de 58 litres d'alcool	58	10
TOTAL	16,470 fr.	35
Produits. { Alcool absolu, 17,911 lit. 97 à 105 fr. 02 c. les 100 litres — 18,811 fr. 85 / Pulpe, 353,700 kil. à 12 fr. les 1,000 kil. — 4,244 40 }	23,056	25
BÉNÉFICE ET AMORTISSEMENT	6,585 fr.	90

ou 13 fr. 63 c. par 1,000 kilogr. de betteraves.

Le travail qui précède est celui d'une campagne entière.

Compte de la fabrication journalière chez M. Rabourdin.

Les résultats de la fabrication dans la distillerie de M. Rabourdin, à Villacoublay (Seine-et-Oise), se rapportant à l'année 1858, ont été publiés, en 1859, dans le *Moniteur des Comices*, avec quelques considérations que nous avons reproduites, parce que les connaissances de leur auteur, agriculteur habile, leur donnent un véritable caractère d'autorité.

« Pour bien faire connaître, dit M. Rabourdin, la totalité des dépenses de mon usine, j'ai extrait de ma comptabilité, les déboursés faits en vingt-quatre heures sur 10,800 k. de betteraves. Chaque macérateur contenant, en moyenne, 900 kilog. de cossettes fraîches, cette quantité se trouve répartie en douze macérateurs. Comme ils sont au nombre de quatre, le remplissage s'opère successivement, à deux heures d'intervalle : ainsi les cossettes restent en macération pendant six à sept heures. Une heure, environ est nécessaire pour opérer la vidange et le remplissage d'un macérateur.

Voici les dépenses :

Contre-maître distillateur.	5 fr.	»
Distillateur en second.	3	»
4 ouvriers à 2 fr. 50 c.	10	»
2 — à 2 fr.	4	»
4 chevaux employés au manége. . .	12	»
400 kil. de charbon à 4 fr. les 100 kil.	16	»
24 litres d'acide sulfurique, à 35 c. .	8	40
Éclairage, graissage, levûre, etc. . .	3	60
Entretien du matériel, intérêt et amortissement.	32	»
TOTAL. . . .	94 fr.	»

Les chiffres ci-dessus représentent le travail non interrompu pendant vingt-quatre heures : les douze heures de jour occupent un distillateur, trois ouvriers et deux chevaux ; le travail de nuit en emploie autant.

Voici maintenant les recettes :

10,800 kilog. de betteraves ont produit 594 litres d'alcool pur, soit 5^{l}.50 par 100 kilog. de racines. Le prix moyen de la vente ayant été, en novembre et décembre (1858), de 45 fr. l'hectolitre non rectifié, cette quantité d'alcool représente la

somme de.	269 fr.	67
7,775 kilog. de pulpe, soit 72 p. 100,	»	»
à 10 fr. les 1,000 kilog.	77	75
TOTAL. . . .	347 fr.	42
Frais ci-dessus à déduire.	94	»
Il reste net. . . .	253 fr.	42

pour le prix de 10,800 kilog. de betteraves, soit 23 fr. 46 c. par 1,000 kilog., ou par hectare, 821 fr., ma récolte de l'année 1858 n'ayant été que de 35,000 kilog. par hectare.

« Mais ces chiffres ne représentent pas exactement le boni que la distillation de mes betteraves permettra de réaliser cette année. Ainsi j'ai porté le prix de vente des flegmes à 45 fr. 45 c. l'hectolitre, déduction faite de l'écart de la rectification. Mais, déjà en janvier, j'ai vendu, en moyenne, 50 fr. l'hectolitre, soit 4 fr. 55 en sus.

« Ces bénéfices ne sont pas, d'ailleurs, les seuls avantages que présente la culture de la betterave : il convient de prendre en considération le rendement plus considérable des céréales qui succèdent à ces racines, plus-value due entièrement à l'influence qu'elles exercent sur le sol et aux soins d'entretien qu'elles ont reçus pendant leur croissance.

« La pulpe que me fournit la distillerie sert à nourrir des moutons à l'engrais : j'y ajoute des balles de blé, des siliques et de la paille hachée de colza, dans les proportions d'un huitième, en poids. Jusqu'à ce jour, mes animaux se trouvent bien de ce mélange.

« Ce mode d'emploi de la paille de colza est en faveur de la distillerie de betteraves. On savait, en Allemagne, que cette paille est très-nutritive, mais on ignorait généralement, en France, qu'elle pouvait être aussi avantageusement utilisée.

Les excellents résultats que j'en obtiens m'ont engagé à la faire analyser, afin de savoir si elle contient réellement, comme l'a observé Sprengel, plus de parties nutritives que la paille de froment.

« J'ai donc prié le savant professeur de l'école impériale des ponts et chaussées, M. Hervé Mangon, de l'analyser comparativement avec des pailles provenant de diverses variétés de blé. Voici les résultats qu'il a obtenus :

	Paille de Colza.	Paille de blé bleu.	Paille de blé blanc.
Matières organiques ou volatiles.	73,523	84,527	84,044
Cendres.	7,100	4,150	4,850
Azote.	0,627	0,573	0,504
Eau.	18,750	10,750	10,600
	100,000	100,000	100,000

« On voit, d'après cela, que la paille de colza est plus alimentaire que la paille de blé, puisqu'elle contient plus de substances azotées.

« M. Hervé Mangon a aussi analysé le mélange de pulpe et de paille de colza que je donne à mes bêtes à laine, et les carottes que je fais consommer par mes chevaux. Voici les résultats de ces analyses :

	Carottes coupées en tranches.	Mélange de pulpe et de paille de colza.
Matières organiques ou volatiles. .	10,065	11,504
Cendres.	1,150	2,565
Azote.	0,235	0,331
Eau.	88,550	85,600
	100,000	100,000

« Ces faits prouvent que le mélange de pulpes est plus nutritif que les carottes.

« Si l'on représente par 100, m'écrit M. Hervé Mangon, le foin de bonne qualité, représentant 1^k,150 d'azote, il faudrait employer, pour obtenir le même résultat :

Fane de colza.	183	kilog.
Paille de blé bleu.	200	—
Paille de blé blanc.	229	—
Mélange de pulpe et de fane de colza.	347	—
Carottes.	489	—

DISTILLERIE AGRICOLE APPLIQUÉE DANS LA PETITE CULTURE.

Depuis la publication de ces comptes de fabrication de l'alcool des betteraves, le système de M. Champonnois s'est de plus en plus généralisé; 300 distilleries fonctionnaient en 1860, et celles que l'on construit maintenant porteront ce nombre à près de 400 en 1861. On peut dire que ce système constitue et résume, quant à présent, la distillation agricole en France : c'est la démonstration pratique des avantages qu'y ont trouvés les cultivateurs.

D'ailleurs, l'agglomération de ces établissements dans des régions où la culture est le plus avancée, où ils se sont montés successivement, et de proche en proche, par la seule puissance de l'exemple, indique assez que la détermination des cultivateurs s'est fondée sur l'expérience elle-même. Ces distilleries, à quelques exceptions près, appartiennent à la grande culture, à celle qui peut emblaver 20 à 25 hectares de betteraves, même jusqu'à 60, et au delà; c'est-à-dire aux exploitations qui comprennent la culture de 100 à 300 hectares et plus encore.

Faut-il en conclure que la moyenne et la petite culture ne peuvent profiter des principaux avantages résultant de la production de la betterave, en vue de la distillation? Non, sans doute.

On comprend qu'un cultivateur prudent, qui ne veut faire la dépense de construction d'une usine qu'après avoir acquis la certitude d'amortir promptement le capital dépensé, au moyen du bénéfice, soit arrêté par l'insuffisance de sa récolte de betteraves, pour alimenter seule une distillerie, et par les inconvénients qui résultent de la nécessité des approvisionnements achetés au dehors.

Mais voici, pour ce cas, l'exemple de ce qui se passe dans un certain nombre de localités, et tend à se propager, surtout parmi les régions de petite culture.

Un industriel monte, à ses frais, une distillerie sur un point central, après s'être assuré par des marchés partiels, ayant plusieurs années de durée, la récolte d'un nombre d'hectares de betteraves, proportionné à l'importance de son usine.

Le prix à payer aux fermiers, pour la betterave, est déterminé d'avance par les marchés, suivant une échelle proportionnelle aux cours de l'alcool pendant la durée de la fabrication; le point de départ étant le prix de 100 fr. à la bourse de Paris, pour l'hectolitre d'alcool, on stipule une augmentation et une diminution de 20 ou 25 centimes par 1,000kil. de betteraves, selon que l'alcool monte ou baisse de 1 fr. par hectolitre.

Ainsi le prix de 1,000 kilog. de betteraves étant fixé à 16 fr. quand l'alcool vaut 100 fr. et la gradation convenue étant de 20 centimes, la betterave sera payée 12 fr. si l'alcool descend à 80 fr., et 10 fr. s'il descend à 70 fr.; et on payera, au contraire, les 1,000 kilog. de betteraves 18 fr. si l'alcool vaut 110 fr., et 20 fr. s'il monte jusqu'à 120 fr.

On conçoit que ces bases comportent quelques variantes, suivant la position, les prix du combustible et de la main-d'œuvre, l'économie des transports et la facilité des communications, ou diverses autres circonstances.

La totalité de la pulpe appartient, dans tous les cas, au cultivateur, qui ne doit supporter aucun des frais de fabrication, l'industriel en étant seul chargé.

Ces combinaisons paraissent concilier assez bien l'intérêt du manufacturier et du cultivateur, en laissant chacun dans sa spécialité, et en exemptant les parties contractantes des inconvénients qui se rencontrent dans les associations ordinaires.

Elles sont appliquées déjà, sur un assez grand nombre de points, aux environs de Paris, et dans les départements où la betterave est depuis longtemps cultivée; plusieurs de ces entreprises ont eu de remarquables succès.

Ce mode de travail, toutefois, est moins avantageux que celui du fermier distillant les racines de sa récolte, surtout

pour le mélange des pulpes, qui s'effectue chez ce dernier dans de bien meilleures conditions, au sortir du cuvier, lorsqu'elles sont encore chaudes et imprégnées des substances liquides; tandis que dans l'usine commune, alimentée par des cultivateurs étrangers, le partage et la livraison des pulpes occasionnent toujours quelques retards, le mélange avec des fourrages secs ne peut se faire qu'à froid, dans des conditions moins avantageuses et non sans quelques déperditions, après leur retour à la ferme où elles seront consommées.

Les avantages remarquables des distilleries de betteraves que nous signalions dans notre édition précédente, en cherchant à présager l'avenir de cette grande industrie agricole, se sont réalisés et, en quelque sorte, consolidés encore, durant la campagne qui vient de se terminer, malgré des circonstances exceptionnelles qui avaient porté quelques esprits timides à mal augurer de ses résultats définitifs.

En 1860, la végétation des betteraves entravée par les intempéries de la saison a rendu la récolte peu productive; les pluies automnales en occasionnant des difficultés exceptionnelles à l'arrachage, et l'adhérence de la terre aux racines jusques à surcharger les transports de 25 à 50 pour 100 de poids inutile, ont, en outre, augmenté les frais de nettoyage et introduit quelque perturbation dans les travaux des distilleries; cependant, le cultivateur qui, distillant lui-même ses betteraves, a fait consommer par son bétail la pulpe, sans déplacement, s'est beaucoup moins ressenti de ces circonstances défavorables, que les agriculteurs obligés de transporter leurs racines aux sucreries et d'en rapporter la pulpe dans leurs fermes.

Sauf quelques embarras et des précautions inusitées, les distilleries agricoles n'ont offert que des opérations très-fructueuses, le rendement en alcool correspondant à la richesse saccharine plus élevée a été supérieur aux moyennes ordinaires, les produits se sont élevés généralement à 4,5 ou 5 litres d'alcool pur pour 100^k de betteraves, en sorte que, malgré le peu d'abondance de la récolte en racines, infé-

rieure de 25 pour 100 aux produits d'une bonne année, les bénéfices nets se sont élevés au delà de toutes les prévisions.

Les cours de l'alcool se sont maintenus à un taux largement rémunérateur, présentant, entre les prix extrêmes de 96 fr. 90 c. à 104,80 relevés sur les bulletins officiels de la bourse de Paris, une moyenne générale de 101 fr. 50 c. l'hectolitre bon goût à 90°, pour les neuf mois, de septembre 1860 jusques et y compris mai 1861.

Les frais et bénéfices qui représentent la somme demandée par les manufacturiers rectificateurs s'élevant, au plus, à 16 fr. par hectolitre à obtenir des *flegmes*, il en résulte que le fermier-distillateur a reçu 85 fr. 50 c. par chaque hectolitre d'alcool à 90°, représentant les flegmes livrés par lui : en évaluant donc à 30,000 kilog. seulement la récolte, en betteraves, amoindrie cette année, on voit que le rendement de 4,5 d'alcool pour 100 de racines représente pour 1 hectare 13 hectolitres 1/2 d'alcool qui, à 85 fr. 50 c. l'hectolitre, donnent une recette totale de 1,154 fr. 25 c., et font ressortir le prix à 38f,475 les 1,000 kilog., non compris la valeur de la pulpe. On doit donc reconnaître que, malgré la faible production des racines à l'hectare, la campagne de 1860-61 est cependant une des meilleures que la distillerie agricole ait encore faites, une des plus encourageantes pour les agriculteurs disposés à entrer dans cette voie féconde de la production la plus large du bétail et du blé.

Aux circonstances naturelles que nous avons énumerées plus haut, toutes favorables au développement des débouchés qui préparent un heureux avenir pour les distilleries, nous pouvons ajouter qu'en ce moment, où la campagne, pour la fabrication de l'alcool de betterave, vient de se clore, les approvisionnements en alcools des diverses origines ne représentent pas, dans les entrepôts, un dixième de la consommation annuelle. Or, les applications ne paraissant pas devoir diminuer ni la production s'accroître beaucoup, il y a tout lieu de croire que les cours actuels se soutiendront pour la campagne prochaine.

Nous indiquerons maintenant d'autres procédés de fabrication de l'alcool des betteraves dans les sucreries transformées et dans certaines distilleries spéciales; nous donnerons ensuite quelques détails relatifs à la fermentation des mélasses et à la distillation des topinambours, des mélasses, des eaux de *bacs*, de lavage de la garance, des miels, des jus de la canne à sucre et du sorgho, des grains, des pommes de terre; puis nous décrirons les procédés de rectification applicables aux divers systèmes de fabrication.

FABRICATION DE L'ALCOOL DE BETTERAVES

dans les sucreries transformées, les distilleries spéciales et au moyen des cossettes.

Après avoir décrit les procédés de fabrication de l'alcool comme industrie annexée aux fermes, nous allons indiquer les moyens en usage ou praticables dans les grands établissements manufacturiers.

Dès l'année 1824 (*Traité de la distillation*), M. Dubrunfaut, à qui la distillation et l'industrie sucrière doivent des perfectionnements notables, s'était préoccupé de l'idée de soumettre directement les betteraves ou leur jus à la fermentation alcoolique et à la distillation, et il indiquait, en 1825, le rôle que peuvent jouer les acides dans la fermentation de ces jus (1).

Cette pensée fut, à diverses reprises, réalisée momentanément, mais sans succès durable, en raison des prix trop bas des alcools.

Les circonstances semblèrent plus favorables sous ce rap-

(1) En 1832, M. Dubrunfaut, adoptant la méthode du fractionnement des produits indiquée par Derosne, améliora la rectification des eaux-de-vie de fécule, de mélasse, de grains et des marcs de raisin. En 1837, il fondait à Valenciennes, sur des bases scientifiques certaines, l'industrie de la distillation des mélasses indigènes, avec extraction et séparation économique des sels alcalins contenus dans les vinasses. Cette belle industrie

port en 1845, et M. Dubrunfaut s'efforça de démontrer, dans une notice publiée à cette époque, les avantages des dispositions qui permettraient de combiner les opérations des sucreries avec celles des distilleries; il fit remarquer que l'on parviendrait ainsi à utiliser, au moins durant une partie de l'année, les locaux, le capital, et la plupart des ustensiles et appareils, de façon à fabriquer de l'alcool avec les betteraves pendant les mois de février, mars et avril; à cette époque, en effet, toujours quelques altérations spontanées entravent considérablement l'extraction du sucre, tandis qu'elles sont parfois sans influence défavorable quant à la fabrication de l'alcool.

De nouvelles tentatives ont été faites alors, mais ce ne fut réellement que pendant la campagne de 1852-53, à Châlons, chez M. Pétiot, puis en 1853-54 chez plusieurs manufacturiers, que la distillation des betteraves offrant de larges bénéfices par suite de la cherté des alcools, conséquence naturelle du déficit sur les récoltes de raisin, de pommes de terre et de grains, cette industrie manufacturière fut fondée et prit bientôt un développement considérable (1).

M. Dubrunfaut, tout en donnant à cette innovation une

chimique a livré au commerce, année moyenne, de 1845 à 1852, les quantités suivantes de produits bruts ou épurés :

Alcool à 93 ou 94° centésimaux		12,480,000 litres.
Salin.	Carbonate de potasse Sulfate de potasse Chlorure de potassium Chlorure de sodium	4,500,000 kilogr.

(1) On a évalué sa production, dans la campagne de 1855-56, à 8 millions de litres d'alcool 3/6 8,000,000
En y ajoutant le produit de la distillation des mélasses.... 12,000,000
on voit que les mélasses et les jus de betterave, en une année, ont pu fournir à cette époque 20,000,000
de litres. Depuis lors, en raison surtout du développement, de l'industrie alcoogène dans les exploitations rurales, la production de l'alcool de betteraves a augmenté de plus de 50 pour 100 en France, car elle s'élevait, l'année dernière (1860), à 35 millions de litres d'alcool pur (à 100°).

impulsion énergique, exprimait l'opinion que les conditions économiques étaient plus favorables à la production de l'alcool dans les grandes usines, où déjà l'industrie du sucre était en activité et qui pouvaient être transformées en distilleries sans de trop grandes dépenses, que dans des exploitations qui seraient affectées exclusivement à la fabrication de l'alcool. Cependant nous venons d'indiquer les avantages particuliers que les fermiers réalisent, en considérant la distillerie comme un moyen économique d'accroître et d'améliorer la masse de la nourriture de leur bétail; de telle sorte que la production de la viande et des fumiers en devienne plus économique.

Nous rappellerons ici, d'ailleurs, que l'industrie dirigée suivant la méthode simple 1° de macération, par la vinasse, des betteraves réduites en lanières, 2° de fermentation continue, et 3° de distillation rurale, semble offrir moins de difficultés, non-seulement que les petites sucreries qui n'ont pu être installées économiquement dans les fermes, mais même que les anciens procédés de fermentation et distillation des grains et des pommes de terre en usage dans un grand nombre d'exploitations agricoles. Il y a donc tout lieu de croire que la nouvelle industrie, comme annexe des fermes, se maintiendra, et qu'elle pourra même se développer, en marchant parfois de conserve avec la fabrication annexée aux sucreries que nous allons décrire.

Transformation des sucreries indigènes en distilleries; compte de premier établissement. — On comprendra que, pour opérer cette transformation, il suffise d'ajouter, au matériel d'une sucrerie, des cuves à fermentation et des appareils distillatoires, et divers menus ustensiles peu coûteux (éprouvettes, alcoomètre, petit alambic d'essai, etc.).

Du reste, les laveurs mécaniques, râpes, presses hydrauliques, les divers réservoirs, chaudières à déféquer, pompes, tubes, robinets, etc., seront tout naturellement utilisés, comme ils le seraient dans une sucrerie, pour nettoyer et

râper les betteraves, extraire, entreposer, chauffer et transporter le jus.

On pourra, en outre, se servir des générateurs, non-seulement pour développer la force mécanique nécessaire aux opérations ci-dessus indiquées, mais encore pour fournir la vapeur applicable au chauffage des chaudières ou cucurbites des appareils distillatoires.

Ces derniers eux-mêmes deviennent moins dispendieux dans une sucrerie lorsque, comme l'a proposé M. Dubrunfaut, on les compose avec les chaudières à évaporer dans le vide, dont le système de chauffage, retour d'eau, etc., se trouve tout établi; il suffit alors de couvrir ces chaudières d'une colonne distillatoire s'adaptant dans la même bride; on pourrait même relier ensemble deux de ces chaudières, comme dans l'appareil Derosne (1) (voy. en A et B, pl. 5, fig. 1re), par un tube conduisant la vapeur de la première dans la deuxième, et un autre tube à robinet amenant à la volonté de l'opérateur le liquide de la deuxième dans la première, dès que celle-ci vient d'être vidée de la vinasse qu'elle contenait.

Les choses ainsi disposées, la dépense supplémentaire ou de transformation s'élèvera tout au plus à 20,000 fr., pour une distillerie annexée à une sucrerie et capable de traiter 30 à 35,000 kilogr. de betteraves par jour, tandis que les frais de premier établissement d'une distillerie d'égale importance, construite isolément, s'élèverait à 120,000 fr. au moins.

D'après les calculs de M. Dubrunfaut, une sucrerie opérant sur 100,000 kilogr. de betteraves chaque jour, et ayant coûté de premier établissement 400,000 fr., peut être transformée en distillerie moyennant une dépense additionnelle de 40,000 fr., ce qui n'augmenterait que d'un dixième environ le capital.

(1) Voyez, pages 188 à 196, l'appareil distillatoire, tel que l'a fait construire M. Dubrunfaut, en prenant pour bases les systèmes continus de Cellier-Blumenthal et de Derosne.

Si l'on voulait, au contraire, monter directement une semblable distillerie, on n'y dépenserait pas moins de 340,000 fr. On devrait, d'ailleurs, augmenter encore de 100,000 fr. les frais de premier établissement, si l'on voulait, plus tard, transformer cette distillerie en sucrerie.

En tous cas, dans ces distilleries montées sur le principe de l'extraction du jus au moyen des râpes et des presses, le travail s'effectue de la manière suivante, d'après le système conseillé depuis longtemps par M. Dubrunfaut; nous indiquons en même temps quelques perfectionnements à introduire dans ce mode d'opérer.

Le jus, au sortir des presses, s'écoule dans une des chaudières à déféquer, et de là, lorsqu'il est chauffé à 20° centésimaux, on le conduit dans l'une des cuves où la fermentation doit s'accomplir.

On ajoute au liquide 1 à 1 1/2 kilogr. d'acide sulfurique (préalablement delayé dans 10 litres d'eau) pour 100 kilogr. de sucre contenus dans ce jus, ce qui revient, quant aux betteraves de Silésie de bonne qualité moyenne contenant 0,1 de sucre, à 1 ou 1 1/2 kilogr. de l'acide concentré pour 1,000 de jus environ. Au lieu de proportionner l'acide à la quantité de sucre, il paraît préférable de le doser en raison de la quantité totale de substances sèches contenues dans le jus, ou même d'après la quantité de matières étrangères au sucre contenu dans la betterave. On remarque, en effet, chez les fabricants bons observateurs, l'emploi de doses d'acide moins variables que celles du sucre, souvent même en sens inverse; on les augmente parfois vers la fin de la campagne, alors que les proportions de sucre se sont spontanément amoindries: les doses les plus favorables sont très-généralement de 1,5 à 2 pour 1,000 du jus des betteraves (1).

L'acide sulfurique soit en décomposant les sels alcalins à base calcaire ou alcaline et acides végétaux, soit directement,

(1) Dans les distilleries de mélasse, on emploie l'acide sulfurique afin de saturer les sels alcalins, et jusqu'à déterminer la réaction légèrement acide, qui est favorable à la fermentation alcoolique.

communique à tout le liquide une réaction acidule qui concourt à paralyser l'action des ferments lactique et butyrique; il favorise la transformation du sucre en glucose (sucre dit *incristallisable* ou *de raisin*). Cette transformation précède la conversion de la substance sucrée en alcool et acide carbonique pendant la fermentation, qui est, d'ailleurs, rendue plus facile. Toutefois il est nécessaire d'ajouter aux premières opérations un ferment spécial : la levûre de bière. Dans une cuve contenant 15 mètres cubes de liquide ou 150 hectolitres, on ajoute 10 à 15 kilogr. de levûre suivant sa qualité, préalablement délayée avec soin dans 50 litres d'eau.

Afin de faciliter mieux encore la fermentation, durant les temps froids surtout, il convient d'échauffer le jus à la température de 21 ou 22°, ce qui se pourrait faire économiquement soit au moyen de la chaleur ordinairement perdue des fumées que l'on ferait passer sous une chaudière plate et longue, soit en dirigeant le tube qui conduit le jus aux cuves dans un autre tube formant double enveloppe et servant de retour d'eau ou ramenant aux générateurs les vapeurs condensées, soit enfin en combinant les trois moyens, c'est-à-dire l'emploi des fumées, des vapeurs perdues et de l'eau de condensation.

M. Dubrunfaut, en installant ces fabriques transformées, effectua le chauffage des jus dans les chaudières usuelles à défécation de la sucrerie.

Chacune des cuves à fermentation est munie d'un couvercle dans lequel une trappe, s'ouvrant à volonté, permet de surveiller l'opération, de constater ses progrès, et notamment de vérifier, au moyen d'une éprouvette et d'un aréomètre Baumé, la diminution de la densité des jus; cette diminution indique le développement graduel de l'alcool. Lorsque la densité du jus, primitivement égale à 5 ou 6° Baumé, par exemple, s'est abaissée jusqu'à celle qu'indique 1 degré du même aréomètre, on reconnaît que la fermentation est à son terme et qu'il convient de procéder à la distillation du jus *vineux*.

En supposant que la fermentation puisse durer trois ou quatre jours (72 à 96 heures) et que l'on emplisse deux cuves chaque jour, on devra établir huit ou mieux dix cuves, afin d'en avoir toujours une prête à recevoir le jus sucré, et une autre vide de rechange en cas d'accident.

Lorsque la première cuvée est prête à être distillée, on soutire le liquide, en laissant au fond le dépôt, qui servira de levain pour une opération suivante (1).

C'est, en effet, sur ce dépôt que l'on fait arriver le jus sucré sortant des presses.

En suivant cette méhode de fermentation, on remarque cependant des irrégularités plus ou moins grandes dans la réaction spontanée qui transforme le sucre en glucose, puis en alcool et acide carbonique; le mouvement de fermentation se prononce lentement, dégage les bulles de gaz acide carbonique graduellement plus nombreuses; la température de la masse s'élève par degré, elle peut atteindre un terme variable de 25 à 30 et même 35°, qui parfois occasionne une fermentation acide transformant bientôt une grande partie de l'alcool en acides acétique et lactique.

Quelquefois aussi, sous l'influence d'un excès de ferment partiellement altéré déposé au fond des cuves ou adhérent aux parois, la fermentation devient lactique ou visqueuse et ne produit plus sensiblement d'alcool.

Lorsque ces accidents fâcheux ne se manifestent pas, il peut arriver que la fermentation alcoolique devienne tumultueuse; les bulles de gaz acide carbonique, amoncelées à la superficie du liquide, forment une mousse persistante qui oblige de réserver un espace vide assez grand et, par conséquent, de perdre une partie de la capacité qu'on ne peut remplir.

(1) Dès 1825, dans son *Traité sur la fabrication du sucre*, M. Dubrunfaut avait indiqué l'influence très-favorable des acides sulfurique, oxalique ou tartrique sur la fermentation alcoolique du jus des betteraves, et sur la production d'une levûre capable de servir de levain dans d'autres fermentations du jus.

A la vérité, cette mousse volumineuse se réduit beaucoup ou même s'annule presque totalement, si l'on projette à la superficie du liquide, sans laisser les bulles s'amonceler, quelques décilitres de solution de savon vert; l'acidité du jus sature l'alcali du savon et met en liberté l'acide gras (huileux) qui s'y trouvait combiné.

C'est la matière huileuse ainsi disséminée à la surface du liquide qui, lubrifiant les bulles gazeuses, les fait glisser les unes sur les autres et favorise leur rupture.

Il serait mieux, sans doute, d'amoindrir l'embarras de cette manipulation et la dépense journalière qui en résulte, en rendant la fermentation plus régulière, par conséquent moins tumultueuse à certains moments. On y parviendrait très-probablement en suivant le procédé de fermentation indiqué par M. Champonnois, c'est-à-dire en partageant en deux une cuvée du jus parvenu près du terme de sa fermentation, puis faisant arriver dans les deux demi-cuvées simultanément, en un mince filet, le liquide (maintenu à + 18° ou 20°) sortant des presses; dans cette circonstance encore, le jus sucré s'écoulant en très-petite quantité à la fois dans deux masses considérables de liquide chargé d'un ferment actif, il est probable que l'influence de cette masse serait décisive; que la fermentation plus régulière, transformant le sucre au fur et à mesure de l'introduction des jus, déterminerait un dégagement continuel d'acide carbonique, et cette sorte d'ébullition modérée que nous avons pu constater dans la fermentation des jus sucrés déplacés par la vinasse et se répartissant en un mince filet de liquide dans deux cuves à la fois, chez tous les agriculteurs-manufacturiers qui ont adopté ce système de M. Champonnois.

On pourrait, d'après le même système, nettoyer à fond chacune des cuves vides, faire passer les dépôts et la première eau de lavage dans les chaudières de l'alambic, éviter de cette manière une déperdition notable, et prévenir l'influence du ferment lourd, sorte de levûre altérée qui occasionne le développement des fermentations acides et visqueuses.

Peut-être aussi pourrait-on ajouter, en totalité ou en partie, la vinasse sur la râpe, au lieu d'eau, et sur la pulpe pressée, afin de mélanger cette dernière substance pâteuse avec les fourrages et pailles hachés. On parviendrait, de cette façon, à composer économiquement les rations alimentaires du bétail des fermes conformément au même système. Cela serait possible, surtout si la sucrerie transformée se trouvait au centre d'exploitations rurales assez peu distantes pour recevoir les résidus propres à la nourriture des bestiaux que l'on y entretient.

Nous devons faire observer que la masse considérable des résidus obtenus, chaque jour, dans les grandes fabriques d'alcool présente, en tous cas, un obstacle à son application intégrale, lorsqu'on ne peut trouver à proximité un nombre d'animaux suffisant pour consommer ces résidus ; d'un autre côté, les frais d'emballages et de transports d'une matière pâteuse, à des distances plus ou moins considérables, rendent moins économique cette nourriture, ou diminuent la valeur que peuvent y mettre les agriculteurs.

Quoi qu'il en soit, et lors même qu'en opérant dans une sucrerie de moyenne importance transformée en distillerie on perdait la vinasse, se bornant à vendre ou à faire consommer la pulpe seule par ses bestiaux, la fabrication a présenté de grands avantages dans les circonstances où s'est trouvée l'industrie alcoogène dans les campagnes de 1854 à 1855 ; on pourra s'en faire une idée d'après le compte approximatif suivant :

COMPTE DE LA FABRICATION JOURNALIÈRE DE L'ALCOOL.

Betteraves, 30,000 kilog. à 18 fr. les 1,000 kilog. . . .	540 fr.
Force mécanique pour les pompes, laveurs, râpes, presses.	60
Main-d'œuvre (hommes, femmes, enfants).	48
Loyer, intérêts, réparations.	50
Frais de distillation, rectification et direction générale.	202
A reporter. . . .	900 fr.

Report.	900 fr.
Embarillages, transports, commissions et frais divers, 10 fr. par hectolitre.	120
Total de la dépense.	1,020 fr.
A déduire pour 6,000 kilog. de pulpe à 10 fr.	60
Dépense nette.	960 fr.
Produit, 12 hectolitres d'alcool à 36°, à 170 fr.	2,040
Bénéfice. . 2,040 — 960 =	1,080 fr.
Et en 100 jours = ...	108,000

Des bénéfices plus considérables encore ont pu être réalisés, en 1855, dans plusieurs des sucreries transformées (1); pour d'autres, quelques irrégularités dans les fermentations ont diminué les produits, mais, en tous cas, le prix de revient, qui s'est élevé, dans plusieurs usines, à 100 et 110 fr. l'hectolitre, ne semble pas encore avoir été inférieur à 80 fr. (2). Il ne pourrait, probablement, permettre de fabriquer avec bénéfice, en admettant même quelques économies possibles, si le cours s'abaissait à 60 fr. l'hectolitre livré à la consommation.

DISTILLATION DES COSSETTES SÈCHES.

On pourra, dans certaines circonstances, et notamment afin de profiter des cours élevés de l'alcool, employer les cossettes de betteraves desséchées, si faciles à conserver en toutes saisons, lorsque les approvisionnements de betteraves fraîches se trouveront épuisés.

Le traitement de cette matière première variera suivant que l'on voudra se servir des résidus pour la nourriture des

(1) Dans une grande exploitation de trois sucreries transformées en distilleries, et qui ont employé 50 millions de betteraves, la production de 18,720 hectol. d'alcool rectifié à 93 ou 94°, vendue, en moyenne, 170 fr. l'hectolitre revenant à 100 fr., les bénéfices nets, déduction faite de 0,1 pour les frais de vente, se sont élevés à 990,000 fr. durant la campagne de 1853-54.

(2) 12 hectol. coûtent 960 fr., 1 hectol. revient à 80 fr.

bestiaux, ou qu'on ne pourra leur donner cette destination.

Dans le premier cas, on placera la cossette sèche dans un des cuviers de macération, on versera dessus cinq ou six fois son poids d'eau bouillante, et, lorsque cette eau absorbée aura gonflé la substance au point de la mettre dans un état analogue à celui des tranches fraîches, on commencera les lavages méthodiques avec la vinasse (1).

On obtiendra ainsi, d'une part, le jus sucré propre à la fermentation continue, et, d'un autre côté, le résidu de cossette imprégnée de vinasse prêt à mélanger avec les menues pailles, siliques de colza ou fourrages hachés.

Si l'on ne pouvait utiliser les résidus de la macération, on épuiserait méthodiquement la cossette par virements successifs à l'aide des jus faibles et de l'eau, de manière à obtenir les solutions à 6 ou 7° convenables pour la fermentation, et l'on ferait filtrer de l'eau pure sur les cossettes déjà graduellement épuisées par des jus affaiblis.

Ces opérations, qui conviendront, en général, dans les grandes fabriques non annexées aux fermes, se feront de la manière suivante :

On disposera en une série six ou sept cuviers, soit en bois, soit en tôle, munis d'un faux fond percé de trous et communiquant les uns avec les autres (à la volonté de l'opérateur), par des tubes adaptés à la partie inférieure de chacun d'eux sous le faux fond et aboutissant à la partie supérieure (à 15 centimètres des bords) du cuvier suivant, comme dans l'appareil à série de trois cuviers décrit plus haut.

Au moyen du robinet supérieur à trois eaux, on pourra envoyer de chacun des cuviers, à tour de rôle, le liquide sucré déplacé par les solutions plus faibles, dans une ou mieux dans deux cuves simultanément, de façon à réaliser, par les procédés indiqués plus haut, les avantages de la fermentation continue.

Le principal avantage de l'emploi des cossettes desséchées,

(1) Ou avec de l'eau simple pour les premières opérations.

dans ce dernier cas, serait de permettre de continuer, toute l'année, les opérations de la distillerie en grand, et cela pourrait surtout être convenable, lorsque les cours commerciaux de l'alcool, maintenus élevés, compenseraient le plus haut prix de la matière première (la cossette sèche).

MACÉRATEURS DOMBASLE, BEAUJEU, DUBRUNFAUT.

En employant le système de macération dû à Mathieu de Dombasle, et simplifiant l'appareil à déplacement ou lessivage méthodique de M. de Beaujeu, M. Dubrunfaut a effectué l'extraction, par l'eau, du jus des betteraves découpées en tranches minces ou menus prismes.

Mathieu de Dombasle, en effet, a signalé, en 1834, les avantages que pourrait présenter l'application du jus de la betterave obtenu par macération, dans la fabrication de l'alcool : notamment l'emploi, dans ce cas, des appareils distillatoires continus que ne permet pas, sans de grandes difficultés, la distillation des matières pâteuses. Cet agronome manufacturier en concluait, dès lors, que *la préférence donnée à la pomme de terre pour la préparation de l'eau-de-vie serait ultérieurement dévolue à la betterave.*

Cette méthode est économique de force motrice, comparativement au râpage et à la pression; elle n'exige pas des ustensiles aussi dispendieux de premier établissement que les râpes et les presses hydrauliques. D'un autre côté, les résidus trop aqueux des betteraves ainsi lessivées ne conviennent pas pour l'alimentation des bestiaux et ont très-peu de valeur comme engrais, relativement à leur poids ou à leur volume considérables. Il convient de faire observer, d'ailleurs, que les procédés usuels de fermentation appliqués à ces jus trop purs pour reproduire le ferment en quantité suffisante nécessitent l'addition d'un tiers environ dejus obtenu par les râpes et les presses.

Toutefois, en certaines circonstances et toutes compensations faites, le procédé de macération pourrait être avanta-

geux; il le deviendrait plus probablement encore si la fermentation des jus, sans l'addition précitée, réussissait mieux en y appliquant la méthode de fermentation continue, avec nettoyages intermittents.

Par ces motifs nous croyons devoir décrire ici l'appareil macérateur communiqué, en 1855, par M. Dubrunfaut, à la Société impériale et centrale d'agriculture de France.

Cet appareil macérateur, tout en bois, est représenté planche 11, 1° par une coupe verticale fig. 1, suivant la ligne M N du plan; 2° fig. 2, par une coupe verticale, perpendiculairement à la première, entre deux cuviers, suivant la ligne S T du plan; 3° par un plan de l'appareil ou coupe horizontale du bâtiment au-dessus des cuviers et du petit chemin de fer, fig. 3.

Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans ces quatre figures. (La fig. 4 représente, en A, une chaudière dite à défécation, où le jus est réchauffé avant de couler dans les cuves de fermentation, dont une est également indiquée fig. 4).

On a dessiné, fig. 3, seulement deux rangées de quatre cuviers chacune, formant un ensemble de huit macérateurs; M. Dubrunfaut indique deux rangées de chacune sept cuviers composant un appareil de quatorze macérateurs; on comprend que les dispositions étant absolument les mêmes dans les deux cas, on ait pu réduire le nombre des cuviers afin d'augmenter l'échelle des dimensions et de rendre les détails plus faciles à représenter et à distinguer nettement.

Nous décrirons d'abord tous les objets dont se compose l'appareil macérateur; nous exposerons ensuite la marche des opérations.

A, coupe-racine.

B, chariot sur lequel on charge des paniers après les avoir emplis au coupe-racine : on le fait alors rouler sur le chemin de fer *c c*, et on l'avance en face du cuvier que l'on veut charger.

d' à *d*[8], cuviers de macération munis d'un double fond percé de trous.

e, conduits horizontaux en bois établissant la communication du fond de l'un des cuviers à la partie supérieure de l'autre.

f, conduits verticaux en bois communiquant avec le fond du cuvier. Près de la partie supérieure de ce conduit se trouve un robinet *g*, par lequel s'écoule le jus de macération après avoir passé sur le dernier cuvier. Le liquide coule alors dans le caniveau *h*, pour se rendre, soit directement dans les cuves où il doit fermenter, soit, s'il a été extrait à froid, à la chaudière (dite de défécation, lorsqu'il s'agit de la fabrication du sucre), où le jus est réchauffé avant d'être dirigé dans les cuves de fermentation.

i, tube pour alimenter d'eau l'appareil macérateur, portant un robinet *i'*. L'eau arrive, par ce tube, dans le caniveau *m* qui fait le tour des cuviers, de sorte que l'on peut alimenter à volonté chacun des cuviers. L'eau coule du caniveau dans les cuviers macérateurs par des ajutages, que l'on bouche au moyen de tampons *m'*.

l, conduite de vapeur sur laquelle s'embranchent les tubes barboteurs *k* qui viennent plonger jusqu'au fond des conduits *f*.

o, fig. 2 et 3, ouverture pratiquée dans le plancher *p p*. Les cuviers épuisés se vident à la pelle. On jette la pulpe par les ouvertures *o o'*, de sorte qu'elle tombe sur le sol *q q*.

v, poutres soutenant le plancher et le poids des cuviers.

r, planche de service autour des cuviers.

x, poutres soutenant le plancher *x'*, sur lequel passent le chemin de fer *c c* et le chariot B.

Afin de mieux faire comprendre les détails de la macération, nous rappellerons brièvement les principes sur lesquels repose cette méthode d'extraction du jus de la betterave.

Les cellules qui contiennent le jus sucré dans cette racine sont juxtaposées et adhérentes entre elles par la plus grande partie de la surface de leurs parois. Cette double épaisseur de

parois agglutinées et le peu de superficie qu'offrent les parois simples dans les méats intercellulaires rendent très-peu ou très-lentement perméables aux liquides toutes ces cavités remplies de jus : si donc on découpe les betteraves en tranches, même très-minces, et qu'on plonge la matière ainsi divisée dans l'eau froide, elle laissera dissoudre seulement le jus épanché à la superficie de la section des cellules atteintes par les lames tranchantes des coupe-racines ; quant aux cellules demeurées intactes et closes, l'eau n'y pourra que très-difficilement pénétrer par endosmose en s'insinuant au travers des parois par les méats libres. Mais, si l'on porte assez rapidement la température de toute la masse vers 90 ou 100°, une brusque dilatation en résultera dans le jus que renferment les cellules, augmentera le volume de celles-ci ; par conséquent, leurs formes, de polyédriques qu'elles étaient, deviendront arrondies ou ellipsoïdales ; dès lors elles ne se toucheront plus que par un moins grand nombre de points, les adhérences seront détruites sur une grande partie de leurs surfaces, les méats se trouveront agrandis, et la surface, plus étendue, des parois simples laissera bien plus facilement et plus rapidement pénétrer l'eau, qui, par voie d'endosmose, gonflant ces cellules, en fera sortir le jus sucré. Dès lors aussi, à l'aide d'un lavage méthodique à froid comme à chaud, renouvelant le liquide ou l'eau, on parviendra à extraire le jus ainsi entraîné par une sorte de lessivage.

Telle est, effectivement, la série des opérations qu'il s'agit d'effectuer pour extraire le jus dans l'appareil macérateur en employant l'eau simple (1) ; voici comment on réalise ces conditions favorables :

On découpe en tranches minces ou lanières la quantité de betteraves nécessaire pour emplir un cuvier (environ

(1) Lorsque l'on emploie la vinasse, même sans qu'elle soit bouillante, l'acidité acquise par le déplacement qu'effectue l'acide sulfurique, et par la formation des acides lactique et acétique durant les fermentations, transforme la pectose en acide pectique, décompose les pectates, facilite la coagulation de l'albumine et la pénétration de l'eau dans les cellules.

450 kilogr. si la contenance est égale à 1 mètre cube). Cette betterave fraîchement découpée est portée, à l'aide du chariot B et du chemin de fer, dans un des cuviers d^2, par exemple : ayant intercepté, avec un tampon ou une vanne fermant le conduit *e'*, la communication entre le cuvier d^2 et le cuvier d^1, on fait arriver, dans ce dernier, de l'eau ordinaire en levant le tampon *m'*; à mesure que ce cuvier s'emplit, on laisse barboter vivement la vapeur par le tube K dans son conduit vertical *e*, de façon à ce que l'eau puisse déborder toute bouillante de ce conduit dans le cuvier d^2 qui contient la betterave neuve; pendant ce temps une deuxième charge de lanières fraîches est versée dans le cuvier suivant d^3; continuant à laisser arriver l'eau froide dans le cuvier d^1 qui déborde dans le cuvier d^2, on fait alors barboter la vapeur seulement dans le conduit vertical de d^2 par le tube *k* appartenant à ce cuvier, et qui chauffe à l'ébullition le jus déplacé à mesure qu'il s'élève dans le conduit vertical *e* de ce cuvier, versant bientôt ainsi le jus bouillant sur la nouvelle charge de betterave neuve contenue dans le cuvier d^3.

Pendant ce temps d^4 a été rempli de lanières fraîches, et, dès lors, portant la vapeur exclusivement dans le conduit vertical du cuvier d^3, le jus déplacé dans ce cuvier s'élève tout bouillant dans le conduit vertical, et déborde bientôt à cette température dans le cuvier d^4. Tous les cuviers recevront successivement de la même manière une charge de betteraves neuves qui seront aussitôt échaudées par le jus déplacé bouillant du cuvier qui précède, et, pendant tout ce temps, l'eau froide, arrivant toujours dans le cuvier d^1, aura épuisé les betteraves du cuvier d^2, déplaçant successivement le jus des autres cuviers d^3, d^4, d^5, d^6, d^7, d^8. Lorsqu'on aura rempli ce dernier avec les tranches neuves puis avec le jus ainsi déplacé, on videra par un robinet de fond le cuvier d^1, après avoir fermé le conduit horizontal *e e'* qui faisait communiquer ce cuvier avec le suivant d^2; on le remplira de betterave neuve, puis on y fera arriver le jus (rendu

bouillant par la vapeur) du cuvier d^8. L'eau qui doit déplacer le jus dans tous les cuviers précédents arrivera alors dans le cuvier d^2 par la bonde *m*, correspondant à ce cuvier.

On voit qu'à ce moment le cuvier d^1 contient de la betterave neuve baignée dans le jus déplacé des sept charges précédentes dans autant de cuviers. Ce jus, ainsi enrichi, est écoulé dans le caniveau *h* en ouvrant le robinet *g* adapté à ce cuvier et y faisant arriver de nouveau le jus bouillant déplacé des précédents cuviers, jusqu'à ce qu'un poids de jus égal au poids d'une charge de lanières fraîches (450 kilog. pour 450 kilog. de jus correspondant à 1 mètre cube de capacité du cuvier) se soit écoulé dans ce caniveau.

Alors la charge des tranches fraîches du cuvier d^1 ayant reçu deux charges de jus bouillant, dont la dernière reste interposée, le cuvier d^2 aura reçu sa dernière charge d'eau qui aura déplacé le jus successivement dans tous les autres cuviers. On fermera la communication entre ce cuvier d^2 et le suivant : il se trouvera, dès lors, isolé. On le videra par un robinet de fond, afin d'égoutter la pulpe épuisée; celle-ci sera jetée à la fourche dans une des trappes *o* ou *o'*, et tombera sur le carrelage *q q*. On remplacera cette pulpe épuisée par des tranches neuves; puis, ouvrant la communication entre ce cuvier d^2 et le précédent d^1, on fera arriver de celui-ci une charge de jus bouillant sur les betteraves neuves du cuvier d^2, en même temps qu'un égal volume d'eau froide sera versé dans le cuvier d^3, devenu alors le premier de la série. Alors aussi on interceptera la communication entre d^3 et d^4. Le cuvier d^3 se trouvant, à son tour, isolé, on videra l'eau par un robinet de fond, on jettera la pulpe épuisée et égouttée dans la trappe *o*, puis on remplira ce cuvier de tranches neuves sur lesquelles on fera arriver le jus bouillant du cuvier d^2, ce jus étant poussé par l'eau versée en même temps dans le cuvier d^4. Lorsque le cuvier d^3 sera plein de jus, on fera couler une charge de celui-ci, en ouvrant le robinet *g*, versant dans le caniveau *h*, qui le conduit aux cuves à fermentation.

On comprend que la rotation ainsi complétement établie, la macération a lieu toujours par une double charge de jus bouillant versé sur une charge de betteraves neuves, tandis que l'on vide la pulpe épuisée du cuvier voisin et qu'on remplit celui-ci de betteraves neuves.

La première des deux charges est versée bouillante ou seulement à 60°, suivant la température extérieure, afin que le jus déplacé arrive aux cuves à fermentation au degré de température convenable, 22 à 26°.

En supposant que vingt-cinq à trente minutes de temps soient nécessaires pour vider de pulpe épuisée et emplir de betteraves neuves chaque cuvier de la série à tour de rôle, on aura une charge de jus toutes les demi-heures, ou, en vingt-quatre heures, quarante-huit charges correspondant à quarante-huit fois 450 kilogr. par mètre cube d'un cuvier = 21,600 kilogr. pour l'ensemble de l'appareil. Si chacun des cuviers contenait 3 mètres cubes, la production journalière des jus serait de 64,800 litres.

PROCÉDÉ DE FABRICATION DE L'ALCOOL DE BETTERAVES RÉCEMMENT PERFECTIONNÉ PAR M. CHAMPONNOIS.

Après avoir décrit les procédés jusqu'ici employés avec succès dans les sucreries et les distilleries agricoles, nous allons indiquer les améliorations récentes introduites dans les différentes phases des opérations successives : division des betteraves, macération ou extraction du jus, fermentation continue et distillation.

Les principes qui doivent servir de guide à une bonne macération consistent à diviser la betterave en tranches régulières qui soient assez peu épaisses pour permettre la pénétration dans toutes les cellules, mais sans être trop minces afin d'éviter de les réduire en une sorte de pulpe qui, par le tassement, deviendrait compacte et s'opposerait à la filtration du liquide. M. Champonnois a construit sur ces prin-

cipes un coupe-racine pour lequel il obtint la médaille d'or au concours agricole général de Paris en juin 1860.

Nouveau coupe-racine.

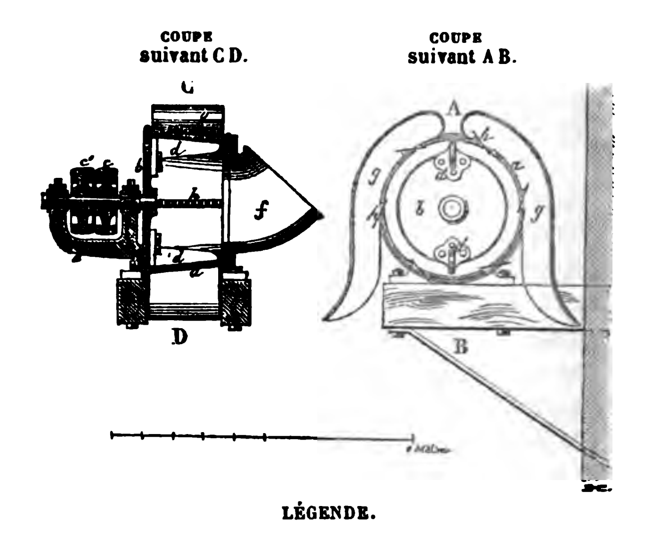
Cet ustensile se compose d'un tambour horizontal un peu conique, ayant 42 centimètres de diamètre intérieur moyen, fixe et armé de six lames; deux palettes mues directement, avec le disque qui termine l'arbre tournant, et sans le secours d'engrenages, dans l'intérieur du tambour, impriment aux betteraves un mouvement de rotation et les obligent, par l'effet de la force centrifuge, à s'appuyer fortement contre les lames du tambour fixe : ces racines sont ainsi *rabotées* ou découpées très-régulièrement en lanières de 8 à 10 millimètres de largeur sur 1 millimètre à 1 millimètre et demi d'épaisseur.

Le nouveau coupe-racine, expérimenté dans plusieurs usines pendant la dernière campagne de distillation, a donné d'excellents résultats; il présente les avantages suivants sur le coupe-racine à tambour conique et à axe vertical décrit ci-dessus :

Régularité plus grande dans le découpage, absence du bruit et de l'usure occasionnés par les engrenages, emploi d'une force motrice moindre.

Avec une vitesse de rotation de 300 tours par minute, il peut facilement découper 2,000 kilogrammes de betteraves en 25 minutes; par conséquent, en travaillant 25 minutes chaque heure, il fournit, en 6 fois, 12,000 kilogrammes de betteraves découpées, et, si on voulait le faire travailler constamment ou seulement 22 heures sur 24, il suffirait pour une fabrication correspondante à 100,000 kilogrammes de betteraves par jour. La force necessaire pour le faire agir est seulement de 1 cheval-vapeur.

Le dessin ci-contre et la légende explicative indiquent les dispositions de ce coupe-racine.



LÉGENDE.

a a..., tambour fixe en fonte portant six lames crénelées fixées dans les six rainures comme des lames de rabots (1).

b, disque mobile commandé par la poulie *c*, imprimant aux betteraves un mouvement rotatif et centrifuge de 300 tours par minute à l'aide des deux ailettes *d*, *d* fixées sur le disque.

c', poulie folle.

e, porte-palier fixé au tambour par trois boulons.

f, trémie dont l'ouverture présente un diamètre de 30 centimètres.

g, enveloppes en tôle mince destinées à diriger en bas les rubans projetés contre les parois.

Extraction du jus sucré par macération. — Afin d'extraire le jus des betteraves découpées, M. Champonnois emploie le système de macération et de déplacement imaginé par Mathieu de Dombasle, sauf cette différence très-notable qu'au

(1) Ces lames ont 24 centimètres de longueur et 8 centimètres de large; leurs cannelures, recouvertes d'une lame mince, laissent autant d'entailles dans chacune desquelles une dent (ou petite lamelle de rabot), en acier et affûtée, est solidement fixée par un rivet; la grande lame elle-même est maintenue sur les larges supports à l'aide de deux têtes de boulons distants de 12 centimètres (ou de 6 centimètres de chaque bout); les boulons serrent dans une coulisse ou petite mortaise, qui permet de régler exactement la saillie de cette lame générale ou porte-lamelles d'acier.

lieu d'eau il se sert de la vinasse pour opérer la macération. Les betteraves, lavées et découpées en lanières, sont immédiatement aspergées avec de l'eau ou du jus, dans lequel on a mis de l'acide sulfurique, un à trois millièmes du poids de la betterave. On peut, pour cette aspersion, substituer le sel marin à une partie de l'acide sulfurique; la dose de sel doit être double de celle de l'acide retranché. Il faut que l'aspersion soit abondante (40 à 50 litres par 1,000 kilogr. de racines) de sorte que tous les rubans en soient imprégnés et afin de prévenir toute altération de la betterave.

Les lanières, ainsi préparées, sont déposées aussitôt dans des cuviers en bois ou en métal dont les dimensions doivent être en rapport avec l'importance de l'usine.

Ces cuviers, au nombre de trois, pour les distilleries agricoles traitant 8,000 kilogrammes de betteraves en douze heures, ont environ $2^{m},50$ de hauteur, sans trop dépasser cette dimension, afin d'éviter le tassement qui pourrait résulter de la superposition de couches de betteraves sur une trop grande élévation. La charge de cossettes doit être répartie dans les cuviers avec le plus grand soin, afin qu'elle se tasse régulièrement et seulement par son propre poids. Elle repose sur un faux fond en bois ou en tôle, percé de trous, superposé de quelques centimètres au fond des cuviers. La charge complète est recouverte d'un disque également percé de trous, sur lequel, pour commencer l'opération, on fait arriver l'eau bouillante; mais, une fois la distillation en train, on verse, sur chaque cuvier nouvellement chargé, le jus faible qu'on soutire, au moyen d'une pompe, du dernier cuvier épuisé, puis on y fait arriver la vinasse chaude sortant de l'appareil à distiller.

Les cuviers peuvent, à volonté, être indépendants l'un de l'autre, ou bien communiquer entre eux au moyen de tuyaux et robinets; suivant ce dernier mode, qui était seul en usage dans l'origine, lorsqu'on se servait de cuviers peu profonds, toute la vinasse est versée sur le même cuvier, le plus ancien chargé, et le jus qu'elle déplace est dirigé sur le cuvier voisin,

où il traverse de nouvelles couches de betteraves, et, après avoir acquis une plus grande densité, il est envoyé aux cuves de fermentation.

M. Champonnois a simplifié l'opération en adoptant les cuviers beaucoup plus profonds (indiqués ci-dessus et pl. 15), dans lesquels la couche de betteraves, traversée par la vinasse, est plus que double, ce qui a permis de les rendre indépendants les uns des autres. Par ce moyen, la vinasse, répartie simultanément en mince filet sur tous les cuviers chargés, traverse seulement les couches de betteraves en lanières sur lesquelles elle agit par endosmose, en déplaçant le jus naturel de la betterave, qui est immédiatement dirigé dans les cuves de fermentation.

Les cuviers ayant été agrandis et la durée de la macération accrue, on a pu, tout en refroidissant la vinasse, obtenir un bon épuisement avec une quantité de liquide moindre.

Cette durée de la macération ne paraît pas devoir être moindre que six heures, et, d'après de nombreuses observations, il paraît même utile de la prolonger au delà.

Lorsque le travail s'effectue avec trois grands cuviers contenant chacun 2,000 kilogrammes de betteraves, les chargements ayant lieu de trois en trois heures, il s'en trouve toujours un inoccupé ou qui, pendant cet espace de temps, est seulement vidé et rechargé : or, les deux opérations exigeant au plus une heure, ce cuvier chôme le reste du temps; il suffit, pour l'utiliser, de placer un réservoir au-dessus des cuviers, et à proximité aussi du coupe-racine, de monter à l'aide de la pompe le jus faible dans ce réservoir, puis de vider le cuvier de sa pulpe et de le recharger : le jus faible, mis en réserve, est immédiatement versé sur ce cuvier, qui reçoit ensuite sa part, comme les autres, dans la distribution de la vinasse.

Quelques distillateurs ont cru gagner quelque chose au point de vue de la macération et de la densité du jus en chargeant les cuviers, puis les laissant en repos jusqu'à ce qu'on y dirigeât la vinasse. Mais l'équilibre de densité s'établit

promptement entre le liquide et le jus de la betterave, et il n'y a plus ensuite d'effet utile que par le mouvement et le déplacement successifs du liquide, qui, rencontrant des couches plus sucrées, s'enrichit d'autant.

Rien n'est plus favorable à cet utile résultat qu'un mouvement lent, lorsque toutes les couches du liquide subissent les lois de la pesanteur spécifique, sans être troublées par des courants rapides qui prendraient naissance dans les parties les plus ouvertes, pour en laisser inattaquées d'autres moins perméables, où le passage rencontrerait plus d'obstacles.

La betterave étant régulièrement divisée dans les conditions que nous avons indiquées en décrivant le coupe-racine, on peut, tout en abaissant la température de la vinasse de 25 ou 30°, obtenir une macération complète avec une dose de liquide n'excédant pas de 25 à 30 pour 100 le poids de la betterave.

Quand on travaille des betteraves riches en sucre, ou lorsque la température extérieure est élevée, il y a avantage à opérer de la manière suivante :

Toute la vinasse est dirigée sur le cuvier de macération le plus avancé en coulage, et la pompe à jus faible, qui fonctionne continuellement, remonte cette vinasse, qui s'est chargée des dernières parties sucrées des betteraves, dans le réservoir à jus faible, pour être, de là, distribuée sur les deux autres cuviers remplis de lanières plus fraîches. On obtient ainsi un épuisement plus complet en abaissant la température du jus de ces deux derniers cuviers qui s'écoule aux cuves de fermentation.

De cette façon on évite plus sûrement une élévation de la température au delà de 25°, et le danger de la fermentation acide qui amoindrit la production alcoolique et occasionne la détérioration des appareils.

Ces données pratiques ont amené, dans le travail et dans la disposition de l'outillage, des modifications qui garantissent un rendement maximum et apportent une notable éco-

nomie dans les frais de fabrication de main-d'œuvre et de combustible.

Au lieu de perdre cette chaleur de la vinasse en faisant circuler celle-ci dans des chéneaux en bois à large section, on l'utilise actuellement au profit de la distillation, à l'aide d'une disposition d'appareil imaginée par M. Champonnois, et qui réalise cette condition, tout en produisant une économie d'un tiers du combustible et augmentant l'effet utile.

En effet, le vin entrant dans l'appareil distillatoire à la température de 25° environ, et devant en sortir à 100°, la chaleur du foyer fournit ces 75°; or, si l'on en prend 25 à la vinasse, c'est bien le tiers de 75 que le foyer doit produire de moins, et la pratique a confirmé ce calcul.

D'un autre côté, la vinasse est descendue à 75°, de 100° qu'elle avait au sortir de la chaudière : on a ainsi obtenu un double effet utile, en évitant une cuisson trop forte, qui aurait trop amolli ou désagrégé les lanières de betteraves.

Le nouvel appareil à échange de chaleur (pl. 15, fig. 4) consiste en un cylindre placé au moins à la hauteur des cuviers de macération; la vinasse, sortant de la chaudière par le siphon renversé, entre dans ce cylindre par le haut en A et sort par le bas en B pour remonter sur les cuviers. Dans le cylindre est disposé un serpentin, ou un faisceau de tubes droits dans lesquels le vin sortant du réfrigérant entre par le bas en C, parcourt ce chauffoir en montant, puis sort par le haut en D pour se rendre dans le chauffe-vin; un robinet E sert à le vider.

Les conditions indispensables à la marche régulière de cet appareil sont, quant à la vinasse circulant dans le cylindre, de progresser de haut en bas, et pour le vin passant dans le chauffoir, qui s'y trouve immergé, de progresser de bas en haut (il faut, d'ailleurs, ménager en L, au tuyau dans lequel s'écoule l'alcool à la sortie du serpentin, un dégagement d'air et des gaz développés par le chauffage du vin dans cet appareil).

L'expérience a montré que les doses d'agents chimiques, acides ou sels, peuvent être réduites d'environ moitié, si on

les emploie très-dilués, c'est-à-dire dissous dans une grande quantité de liquide.

A cet effet, on dispose dans le massif qui est sous le coupe-racine une petite cuvette en briques dures cimentées à joints serrés dans laquelle tombent les rubans de betteraves.

Le mélange et l'imbibition de ces minces lanières s'effectuent en les remuant à la pelle avant de les jeter dans le cuvier; il faut que la quantité de liquide versée puisse les imbiber complétement. 5 centièmes de leur poids suffisent pour obtenir ce résultat.

Le but de ces manipulations est d'éviter toute altération si prompte à se produire au premier contact de l'air avec la betterave.

C'est à l'aide de ces soins qu'on se préserve des accidents, des irrégularités dans la fabrication; qu'on obtient dans un travail bien suivi un rendement maximum avec moitié moins d'acide qu'on n'en emploierait autrement.

Par ces dispositions successivement améliorées, l'auteur se proposait d'épuiser la betterave de la plus grande partie du sucre, tout en lui rendant les substances organiques azotées, mucilagineuses, grasses, et les matières salines enlevées à d'autres tranches par une opération précédente; d'ajouter, en un mot, le résidu liquide de l'alambic au résidu solide du lavage par macération, de sorte que ce résidu complexe contînt sensiblement tous les principes alimentaires organiques et minéraux de la betterave, sauf le sucre transformé en alcool, acide carbonique et quelques autres produits. Supprimant du même coup l'eau et le combustible pour la chauffer, naguère employés dans les macérations et lévigations des tranches et pulpes de betteraves, on parvient, de cette manière, à rendre toute l'opération plus économique, en même temps qu'on peut livrer à la ferme un marc humide et chaud, propre à déterminer dans les fourrages coupés une macération et une fermentation capables d'assouplir les tissus végétaux, d'en faciliter la digestion et de mieux utiliser leurs principes alimentaires.

CONDUITE DE LA MACÉRATION.

Le dessin, pl. 15, montre, par une élévation fig. 1, par une coupe horizontale fig. 2, et une coupe verticale fig. 3, la disposition nouvelle des cuviers à macérer : les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans les trois figures.

A, bac à jus faible (vinasse peu chargée de jus sucré); B, tuyau distribuant le jus faible sur l'un des trois cuviers par les robinets *b*, *b* et les tubes en caoutchouc en dessous *b'*; C, tube distribuant la vinasse, qui vient de l'alambic, sur les cuviers, à l'aide des robinets *c*, *c*, *c*, *d*, *d*, *d*, robinets à trois eaux servant à mettre le tube plongeur *h* en communication soit avec les tuyaux *e*, conduisant à l'entonnoir commun F, soit avec le tuyau *g*, conduisant à la pompe à jus faible; *e*, *e*, *e*, tuyaux servant à faire écouler les jus dans l'entonnoir commun; F, entonnoir commun recevant les jus qui doivent s'écouler, par le tube *f*, dans les cuves à fermentation; *g*, tuyau communiquant à la pompe qui puise dans chaque cuvier le jus faible (dernières vinasses filtrées, peu chargées de jus des betteraves). *i*, *i*, *i*, trous d'homme, à obturateur et cadre en fonte, que l'on ouvre pour en extraire les lanières épuisées de chacun des cuviers. *j j*, plaque circulaire de tôle, percée de trous de 7 millimètres laissant passer les jus et retenant les lanières de betteraves. *k*, croisillon en bois échancré dessous, supportant les faux fonds *j*, *j*, *j*. *l*, couvercle en tôle percé retenant les lanières en place dans le cuvier.

Dans cette disposition chaque cuvier, grâce à sa capacité plus grande, est rendu indépendant, et accomplit son travail comme s'il était isolé.

Un cuvier étant à emplir, le coupe-racine est mis en train. Un ouvrier y jette les betteraves, et le second ouvrier, après avoir envoyé, sur le tas de ces betteraves découpées en lanières, un filet continu de jus faible, au moyen d'un tuyau venant du bac A et d'un robinet placé à cet effet, commence à emplir le cuvier, en ayant soin de disposer les lanières

régulièrement et un peu en entonnoir dans le cuvier. Cette disposition a pour but de compenser la différence de tassement qui existe toujours entre le centre et la circonférence, par suite de la résistance que le frottement contre les parois du cuvier oppose à ce tassement.

Avant de commencer cet emplissage, l'ouvrier *macérateur* a préparé un baquet d'eau acidulée en proportions variables suivant la nature de la betterave, et de temps en temps il en jette quelques cuillerées sur les lanières déjà arrosées par le jet de jus faible, en ayant soin de le mélanger dans toute la masse.

Ce double arrosage a pour but de préserver le jus de la betterave, aussitôt qu'elle est découpée, du contact de l'air et, par conséquent, de toute altération.

Le cuvier étant rempli, on recouvre la masse nivelée, avec le fond mobile supérieur *l* destiné à la maintenir et à la préserver de tout dérangement que pourrait occasionner le liquide.

Cela fait, l'ouvrier ouvre l'un des robinets *b* qui, par le tuyau B, donne accès au jus faible d'une opération précédente en réserve dans le bac supérieur A. Ce robinet est muni d'un ajutage en caoutchouc, assez long pour permettre à l'ouvrier de diriger le jet sur toute la surface du cuvier. Sans cette précaution, le jus, tombant en un seul endroit, descendrait très-rapidement au travers de la masse, et n'aurait pas le temps de se charger de sucre.

Le cuvier étant plein de jus et le réservoir à jus faible A étant vidé, on ouvre le robinet *c* qui, par le tuyau C, amène directement la vinasse de la chaudière située au bas de l'appareil à distiller. La vinasse coulant en un jet continu sur le cuvier, elle fait déplacer le jus de la betterave et le chasse par le tuyau *b*, qui prend ce jus à la partie inférieure du cuvier et le fait remonter au robinet à trois eaux *d*, lequel, suivant la position qu'on donne à sa clef, le dirige soit par le tuyau *e* vers l'entonnoir F, qui est en communication avec les cuves à fermenter, tant que ce jus conserve une richesse suffisante en rapport avec la richesse de la betteravo, soit par

le tuyau *g* vers la pompe destinée à extraire le jus faible, et à le remonter dans le réservoir A, où il est mis en réserve pour l'opération suivante.

La proportion de vinasse à faire couler sur chaque cuvier de macération varie de 125 à 160 pour 100 du poids de la betterave, suivant sa richesse saccharine, et suivant la température des fermentations que l'on maintient, par un coulage, plus ou moins abondant, du jus dirigé dans les cuves, à une température de 22 à 25° du thermomètre centigrade.

Chacun des trois macérateurs est empli successivement, et mis immédiatement en coulage, en ayant soin de répartir régulièrement la vinasse sur chacun de ces cuviers.

Par ce moyen, le coulage est plus lent et le déplacement plus méthodique. La vinasse ayant une densité moins grande que celle du jus naturel de la betterave, soit en raison de ce qu'elle ne contient pas sensiblement de sucre, soit parce que sa température est plus élevée, tend à rester à la partie supérieure, et ne parvient au fond de la masse qu'après en avoir successivement déplacé tout le jus qui, grâce au faible courant imprimé au liquide, a le temps de céder à la vinasse, par endosmose, la place qu'il occupe dans les cellules de la betterave.

Le travail sur trois cuviers séparés a aussi pour effet d'éviter les irrégularités trop grandes dans la température du jus coulant aux cuves. Chacun des trois macérateurs étant à un degré d'avancement différent, il y en a toujours un près de s'achever et commençant à couler chaud, lorsqu'un nouveau cuvier est mis en coulage.

Ces deux jus étant mélangés dès leur arrivée dans l'entonnoir commun, le nouveau jus, qui, par sa température trop basse, aurait pu ralentir la fermentation, se trouve légèrement tiédi, et arrive avec une température convenable dans la cuve à fermentation.

Lorsque l'épuisement du cuvier est suffisamment avancé, on en vide le jus faible au moyen de la pompe spéciale; ensuite, par la porte qui existe à la partie inférieure, sur le

devant, on en retire la pulpe épuisée, afin de le remplir de nouveau avec des lanières neuves.

On a trouvé quelquefois avantageux de modifier ce mode d'opérer, notamment lorsque l'on doit traiter des betteraves très-riches, et l'on opère alors de la manière suivante :

Toute la vinasse est dirigée sur le macérateur le plus avancé, et la pompe à jus faible, qui fonctionne continuellement (et puise dans chaque cuvier par le robinet et le tube plongeant jusque sous le faux fond), remonte cette vinasse légèrement chargée des dernières parties sucrées dans le réservoir à jus faible A, afin que de là elle puisse être distribuée en jet continu sur les deux autres cuviers macérateurs pleins de betteraves plus fraîches.

On peut, suivant ce mode d'opérer, lessiver mieux la betterave, sans trop élever la température du jus dans les cuves.

On a cru, pendant longtemps, qu'il pouvait être avantageux d'interrompre de temps à autre la continuité du travail, en remplaçant par de l'eau, dans la macération, les vinasses déjà anciennes qui semblaient trop chargées de sels de la betterave; mais l'expérience a prouvé, en général, que plus les sels se sont accumulés dans les vinasses et plus le rendement en alcool des jus extraits par ces vinasses est élevé, ce qui peut s'expliquer par l'action favorable que ces sels, comme les acides, exercent dans l'endosmose.

Ce phénomène remarquable peut dépendre, en outre, de la coagulation des matières caséeuses, albuminoïdes ou autres, ce qui rend plus facile l'infiltration des liquides devenus ainsi moins mucilagineux.

En effet, on a constaté que la macération à l'eau donne toujours un rendement moindre que le travail à la vinasse, et que le rendement obtenu par ce dernier mode d'opérer croît en raison du degré de salure de la vinasse; c'est, du moins, ce qui résulte des observations faites par M. Lefebvre dans sa distillerie de Créteil.

Après avoir constaté le rendement en alcool des betteraves

et de la mélasse traitées séparément, il a ensuite réuni ces deux matières premières, en ajoutant une certaine dose de mélasse dans chaque cuve en pleine fermentation. Au moyen de cette addition, la vinasse se trouvait chargée des sels de la betterave et de ceux de la mélasse, au point de marquer jusqu'à 2° 1/2 et même 3° au densimètre. Le rendement en alcool des jus extraits en employant ces vinasses dans la macération augmenta dans la même proportion et jusqu'à dépasser de 1 centième le rendement de la betterave et de la mélasse traitées séparément.

Afin de s'assurer que cet excédant de production alcoolique n'était pas dû à d'autres causes, par exemple à une meilleure qualité de betteraves ou à un travail plus soigné, ou même à une fermentation plus complète, en raison de ce mélange lui-même, M. Lefebvre renversa l'expérience; il supprima l'emploi de la mélasse et continua le traitement de la betterave seule, avec de la vinasse à une densité de 3° d'abord; il a remarqué, au fur et à mesure que cette densité diminuait et descendait à la densité ordinaire due aux sels seuls de la betterave, que le rendement en alcool baissait dans la même proportion, jusqu'à se fixer au rendement primitif de la betterave.

De ces résultats pratiques on peut encore conclure que l'emploi des mélasses de fabrique peut souvent être avantageux dans de semblables opérations, soit en augmentant la production alcoolique, soit en favorisant la macération, soit même en améliorant la qualité nutritive des résidus.

FERMENTATION CONTINUE.

Ce n'était pas tout encore; il restait à régler le moyen économique d'obtenir une fermentation bien soutenue dans le jus extrait ainsi au moyen de la vinasse. Le même manufacturier a complété la solution de cet autre problème par une disposition tout aussi simple que les précédentes.

Cette disposition ingénieuse est fondée sur l'application d'une masse considérable de ferment, qui se renouvelle sans cesse et agit, d'une façon graduée, sur une quantité relativement petite du jus sucré acidulé légèrement.

Il arrive ainsi que cette grande force active, agissant à la fois sur de petites quantités de jus, détruit ou surmonte généralement tout germe de fermentation anormale qui pourrait exister, et réduit de beaucoup l'emploi des agents chimiques qu'exige l'ancien mode de fermentation.

Voici les dispositions à prendre :

Les cuves de fermentation sont en communication entre elles, au moyen de tuyaux et de robinets, à peu près au tiers de leur hauteur, à partir du fond. En commençant le travail, la première cuve, complétement remplie, est mise en fermentation au moyen de la levûre de bière, selon l'ancienne méthode ; puis, dès que la fermentation atteint le degré d'activité convenable, on fait passer dans la cuve voisine, restée vide, la moitié du liquide contenu dans la première, et l'on dirige alors en un mince filet continu le jus déplacé par la macération dans chacune de ces deux cuves à demi pleines. Lorsque toutes deux sont remplies, on abandonne la première aux réactions spontanées, pour que la fermentation alcoolique s'y achève, on partage le liquide dont la deuxième est pleine avec la suivante qui est vide ; toutes deux se trouvent ainsi remplies à moitié de leur capacité, et l'on continue de même à mesure des progrès du travail.

On peut, de cette façon, régler facilement la marche de la fermentation, soit par la température du jus introduit, soit par la quantité relative de ce jus arrivant aux cuves. Si le filet de jus, en coulant sur deux cuves seulement, est relativement trop abondant, on partage le liquide d'une cuve entre deux ou trois cuves ; en répartissant le jus entre tel nombre de cuves qu'il convient, on réunit toutes les conditions normales d'une bonne fermentation assez active, mais convenablement modérée.

Pour assurer la constance dans la marche des fermenta-

tions, on doit les maintenir à une température qui ne dépasse pas 25 degrés centésimaux. Les levûres conservent alors leur activité, et on peut, pendant longtemps, se dispenser d'en ajouter de nouvelles; mais si cette température est dépassée, si elle atteint 30 degrés ou s'élève encore au-dessus, le ferment s'altère, les fermentations lactique et acétique se déclarent, il faut recourir à l'emploi de la levûre fraîche ou augmenter la dose d'acide pour combattre cette fermentation nuisible, due sans doute au développement d'un ferment spécial.

Dans le cas où il se serait manifesté quelque altération pendant ce travail, on peut y remédier en supprimant, dans une plus ou moins grande proportion, le mélange des vins ainsi altérés. Il suffit, par exemple, d'envoyer dans la cuve nouvelle soit une faible quantité de jus en fermentation, soit même du jus venant directement des macérateurs, et d'y mélanger une petite quantité de levûre de bière, en attendant que le mouvement de fermentation s'établisse; alors on fait couler un mince filet de jus pour entretenir cette fermentation, en augmentant le jet au fur et à mesure de l'activité des cuves, et en le proportionnant aux quantités du vin *en activité*.

Dès que la fermentation des jus est terminée, il est utile de les faire couler aussitôt dans un puisard ou récipient à large surface, placé en contre-bas des cuves, ce qui permet de nettoyer immédiatement chacune de celles-ci et de la remplir de nouveau jus, sans crainte de voir les matières adhérentes aux parois éprouver des altérations, qui se propageraient dans les opérations suivantes, par suite du contact trop prolongé des levûres adhérentes aux parois, si la pompe à vin puisait directement dans chacune des cuves, restée ainsi en vidange.

Mais un avantage plus important encore résulte de ce que le vin, avant sa distillation, séjournant en couche plus mince dans ce récipient inférieur, y dépose les matières étrangères qu'il tenait en suspension, et arrive ainsi d'autant plus pur dans l'appareil à distiller.

On doit seulement avoir le soin de nettoyer assez souvent ce puisard, pour éviter l'accumulation des dépôts qui ne tarderaient pas à s'y altérer.

Distillation. — Cette opération s'effectue sur les liquides fermentés, comme nous venons de l'indiquer, beaucoup plus facilement que sur les matières pâteuses ; les appareils économiques de combustible dits *à distillation continue* s'y appliquent aisément, et, entre autres, l'appareil Derosne, que nous avons décrit précédemment. Sa production journalière doit correspondre à la quantité de liquide vineux que l'on obtient de la fermentation, et dont on retire l'alcool ainsi qu'il suit (1) :

Du récipient inférieur où il a été recueilli au sortir de la cuve, le liquide vineux est élevé, à l'aide d'une pompe, dans

(1) Les appareils de la première série actuellement construits par MM. Cail et comp. sont à deux chaudières, avec chauffe-vin horizontal, munis d'un système de rétrogradation permettant d'obtenir soit des eaux-de-vie de vin pour la consommation, soit des esprits bon goût marquant 90° ; toutes leurs parties sont en cuivre ; ils conviennent pour la fabrication des rhums et tafias. Sauf quelques améliorations de détail apportées dans leur construction, ils constituent les appareils de distillation continue désignés depuis longtemps sous le nom d'*appareils Derosne*. Le plus grand modèle des appareils de cette première série permet de distiller en 24 heures l'alcool de 12,000 litres de vin ou de jus fermenté.

La seconde série comprend des appareils de dimensions appropriées aux installations de toute importance ; ils n'ont qu'une seule chaudière, et leur chauffe-vin est vertical : on les emploie ordinairement dans les distilleries qui préparent seulement des *flegmes* à 50° environ ou dont l'importance est telle, qu'on est obligé de séparer en deux opérations la distillation proprement dite et la rectification. Dans ce cas, il faut rectifier le produit distillé avant de le livrer à l'état d'alcool à la consommation ; c'est la méthode usitée dans les distilleries de betteraves, de mélasses et de grains.

Les différents appareils de cette série peuvent distiller par 24 heures de 4,000 à 100,000 et même 120,000 litres ; on en a construit de plus grandes dimensions encore, qui pouvaient opérer par jour sur 300,000 litres de jus.

Leurs prix varient suivant qu'ils sont entièrement en cuivre ou que certaines parties, telles que la chaudière et les enveloppes du chauffe-vin et du réfrigérant, sont en tôle.

On emploie les appareils en cuivre quand on distille des jus dont on

un bac ou réservoir situé au-dessus de l'appareil. Un flotteur, attaché à une corde mince passant sur deux poulies, indique au distillateur le niveau du liquide dans le réservoir supérieur.

Un robinet adapté à ce réservoir permet de verser dans l'appareil le liquide à distiller et d'une manière continue, en réglant l'écoulement de façon, d'une part, à obtenir, au sortir du serpentin, l'alcool distillé au degré voulu, d'un autre côté à épuiser d'alcool la vinasse qui, après un séjour suffisant dans la chaudière, en sort par un tuyau en forme de siphon renversé; elle marque alors environ 1° à l'aréomètre Baumé.

La distillation, comme on le voit, suit exactement les phases de la macération et de la fermentation; ces opérations sont nécessairement associées et s'exécutent simultanément, quand le travail n'est point interrompu ni le jour ni la nuit. Cependant, dans certains cas, il peut être avantageux, pour faciliter la surveillance et éviter les inconvénients du travail de nuit, de ne faire fonctionner l'appareil à distiller que le jour, ainsi que cela se pratique actuellement dans beaucoup de fermes, sans que les fermentations en soient entravées.

Voici comment on procède :

Quand les ouvriers quittent l'usine le soir, ils laissent un des cuviers de macération chargé, en ayant soin qu'il ait déjà coulé pendant un certain temps, une heure par exemple, pour que le jus qu'il fournit aux cuves à fermentation soit un peu tiède; ils ont rempli le bac à jus faible avec le jus extrait par la pompe du dernier cuvier épuisé, et c'est ce jus qu'on fait couler pendant toute la nuit, en mince filet, sur le cuvier resté en charge, et qui alimente ainsi, d'une

peut craindre l'action corrosive. Les prix des différents modèles de cette série (en cuivre), qui distillent de 4,000 à 100,000 litres en 24 heures, varient de 2,500 francs à 30,000 francs environ.

Suivant l'importance de l'usine, ils sont disposés pour un chauffage à feu nu ou munis de serpentins chauffés à la vapeur.

manière continue, les cuves de fermentation; l'activité de celles-ci en est entretenue, et le matin, quand on reprend le travail, on fait encore couler de la vinasse, pendant une heure environ, sur ce cuvier, ainsi que sur le premier cuvier chargé de nouvelles lanières de betteraves, afin que les jus arrivant aux cuves ne soient pas refroidis au point de ralentir la fermentation.

Les alcools obtenus du premier jet portent de 50 à 70° centésimaux; on les nomme *flegmes*, et dans la plupart des distilleries agricoles on les vend en cet état à des usines centrales pour y être rectifiés et *concentrés* à 95 ou 96° avant d'être livrés au commerce.

Les grandes exploitations trouvent avantage à effectuer, dans leur usine même, les deux opérations de la distillation et de la rectification; mais, dans les petites exploitations rurales, on a presque toujours intérêt à livrer les produits à l'état de flegmes, qui sont très-recherchés par les industriels, sous un *écart* (ou déduction de prix représentant les frais de la rectification) actuellement très-réduit, et qui varie de 15 à 18 fr. sur le prix de l'hectolitre d'alcool (à 90°) au cours de la bourse de Paris.

On évite, de cette manière, les frais d'installation d'un appareil à rectifier, on n'a point à se préoccuper de la qualité des produits, car la rectification est une opération assez délicate, et l'on est exonéré de tous les ennuis résultant des relations commerciales variées; en un mot, l'agriculteur reste agriculteur, c'est-à-dire qu'il ne sort pas de ses habitudes; il vend ses *flegmes* aussi facilement qu'il place son blé ou autres denrées, et ne devient pas commerçant.

Avant de décrire le nouvel appareil distillatoire à échange de chaleur entre la vinasse et le vin et qui se rapporte à la fabrication perfectionnée que nous venons d'exposer, nous rappellerons les dispositions simplifiées de l'alambic à distillation continue précédemment imaginées par M. Champonnois, car ces dispositions constituent encore la base de la construction de la colonne et du réfrigérant : elles serviront

à faire mieux comprendre les perfectionnements ajoutés à cet alambic par l'interposition de l'ingénieux ustensile à la fois réchauffeur de vin et réfrigérant de vinasse qui complètent le nouveau perfectionnement de l'appareil en question.

ALAMBIC SIMPLIFIÉ A DISTILLATION CONTINUE.

L'alambic à distiller les jus de betteraves fermentés et les vins de toute nature a été simplifié, dans sa construction, par M. Champonnois, qui s'était proposé de supprimer les robinets ainsi que les brides usuelles à boulons, clavettes ou agrafes ; d'augmenter les surfaces de condensation ou de refroidissement, tout en diminuant le poids du métal employé. Les fig. 1, 2, 3 et 4 de la pl. 9 indiquent les dispositions qu'il a prises pour réaliser ce projet. Les mêmes lettres indiquent des objets semblables dans les quatre figures.

La chaudière A présente une forme convenable pour diriger le rayonnement du combustible vers son fond bombé en dedans; ses parois latérales évasées facilitent la disposition du carneau circulaire dans le massif du fourneau et la transmission de la chaleur des produits de la combustion.

Un simple tube *a*, recourbé en siphon renversé, laisse écouler la vinasse dans le caniveau, qui la distribue aux cuviers à l'aide de bondes, à volonté ouvertes ou closes; la chaudière A est surmontée d'une colonne cylindrique creuse, formée de vingt et un tronçons en fonte s'appuyant les uns sur les autres, par des rebords creusés d'une gorge circulaire dans laquelle on engage un bourrelet en caoutchouc *volcanisé*. Tous les tronçons étant ensuite serrés simultanément par les écrous qui maintiennent trois tringles en fer B, B', fig. 1 et 2, filetés à chaque bout, on comprend que les joints entre lesquels les bourrelets élastiques sont comprimés se trouvent hermétiquement clos, et que les tronçons sont liés les uns aux autres non-seulement par les trois tringles, mais

aussi par les bourrelets, prisonniers dans leur gorge circulaire.

Les dix-sept premiers tronçons sont munis d'un plateau à large ajutage recouvert d'une capsule renversée; celle-ci, fixée par trois pattes, est terminée, comme le montre la fig. 1, par de larges rebords sous lesquels la vapeur chemine. Sur l'un des côtés du plateau est fixé un tube dont l'orifice supérieur limite le niveau du liquide sur ledit plateau, et l'orifice inférieur plonge dans le liquide du plateau situé immédiatement au-dessous. Toutes ces dispositions étant reproduites à chaque plateau, on voit que la vapeur qui s'élève de la chaudière passe successivement par tous les larges ajutages au centre; barbote en glissant sous les rebords de chaque capsule, et arrive à la partie supérieure, tandis que le vin descend de plateau en plateau par les tubes verticaux dits *trop-pleins*, jusqu'au dernier tube *s t*, plus allongé, qui plonge dans le liquide de la chaudière.

A la partie supérieure de la colonne, on remarque un serpentin analyseur vertical, de construction nouvelle et toute particulière, offrant, sous le même volume, beaucoup plus de surface aux vapeurs intérieurement et au liquide à l'extérieur. Ce serpentin, avec la partie de la colonne qui le renferme, est indiqué sur une échelle double, dans les fig. 3 et 4 ; il porte, au centre, sur un plateau horizontal, un large tube vertical *c c*, dans lequel passent d'abord les vapeurs échappées de la dernière capsule. A ce tube est pratiquée une section étroite longitudinale, aux bords de laquelle est brasée une double plaque en cuivre, dont les bords supérieurs et inférieurs sont réunis par une soudure ou brasure agrafée, formant un conduit étroit dont la section a $0^m.35$ de hauteur et $0^m,02$ de largeur. C'est dans ce conduit, contourné en spirale, que s'engagent en lames minces verticales les vapeurs au sortir du tube central *c c*, pour aboutir au tube également vertical D, qui s'élève au-dessus du serpentin, de façon à dépasser le niveau du liquide et à laisser échapper les vapeurs non condensées qui se dirigent dans le sens tracé par une

flèche vers le dôme de la colonne : elles s'engagent alors dans un tube *e* recourbé aboutissant au réfrigérant *h*, qui doit entièrement condenser les vapeurs alcooliques et laisser écouler le produit liquide de cette condensation dans le récipient-éprouvette I.

Ce dernier réfrigérant est composé de deux larges tubes concentriques, dont les bords supérieur et inférieur rabattus sont soudés de façon à laisser entre eux un intervalle annulaire dans lequel les vapeurs circulent librement en contact avec des surfaces réfrigérantes très-développées ; les produits condensés s'écoulent en bas.

Nous allons, en traçant la marche du liquide à distiller, compléter la description de l'appareil. Ce liquide vineux, dont on règle l'écoulement comme à l'ordinaire (voir plus haut), est versé par un réservoir supérieur dans l'entonnoir J, et s'introduit en J' au bas de la double enveloppe du réfrigérant ; monte autour et à l'intérieur du double cylindre *g g*, puis s'élève, par le tube K *l*, dans le serpentin cylindrique analyseur *l*, B' *m*. Le liquide entre en *l*, circule autour et entre les spires, comme le montrent les flèches, fig. 4. Arrivé au centre, autour du tube *c* (clos à sa partie supérieure), le liquide, de plus en plus échauffé, passe au-dessus de ce tube, et, comme on le voit fig. 1 et 3, son niveau, s'élevant au-dessus du fond supérieur du serpentin, atteint l'embouchure du tube *m*, descend en *m'*, où la forme de siphon renversé intercepte le passage des vapeurs, mais laisse écouler sur le quatrième plateau le vin qui tombe en cascade sur les treize autres plateaux, par les petits tubes *trop-pleins* adaptés alternativement à chaque bout opposé de la ligne diamétrale, pour aboutir enfin dans la chaudière A par le long tube trop-plein *s t*. On voit que, sauf les modifications qui le simplifient et augmentent les surfaces de condensation, cet appareil fonctionne d'une manière continue, comme les appareils distillatoires Cellier-Blumenthal, Derosne, Dubrunfaut ; que les trois derniers plateaux au haut de la colonne, ne recevant pas le liquide vineux, concourent, avec la capacité intérieure

du serpentin en spirale, immédiatement au-dessus, à l'analyse des vapeurs : car au bas du tube D, qui termine ce serpentin, un petit tube, plongeant près du fond du plateau, immédiatement au-dessous, y verse tout le liquide condensé dans les spires du serpentin, de même que les trois derniers plateaux laissent retourner ou rétrograder sur les plateaux inférieurs les liquides aqueux de la condensation partielle des vapeurs.

NOUVEL APPAREIL DISTILLATOIRE A ÉCHANGE DE CHALEUR ENTRE LA VINASSE ET LE VIN.

Dans cet appareil, représenté pl. 16, la colonne principale et le réfrigérant ne diffèrent en rien des pièces correspondantes de l'alambic simplifié, ci-dessus décrit page 282 ; on remarquera d'autant mieux les dispositions spéciales que nous allons indiquer, et qui sont relatives soit à la chaudière, soit à l'ustensile additionnel, pour l'échange de la chaleur : les dimensions, suivant l'échelle tracée sur la planche, conviennent également aux exploitations rurales traitant, par journée de douze heures, 8,000 kilogrammes de betteraves, et à celles qui, travaillant jour et nuit, pourraient distiller les jus de 16,000 à 24,000 kilogrammes de racines.

La chaudière A, dont la largeur indiquée est de $1^m,40$, doit avoir une longueur de 2 mètres, afin que l'ébullition, sur toute cette étendue, épuise mieux la vinasse de toute trace d'alcool. Le niveau du liquide doit être réglé de manière à ce que la capacité libre au-dessus ou *la chambre à vapeur* ait un volume double de celui que le liquide occupe.

Un manomètre ouvert *u u* indique constamment la pression intérieure, qui doit toujours être égale à la somme des pressions occasionnées par le barbotage des vapeurs sur tous les plateaux : si, par exemple, le liquide, sur chaque plateau, force les vapeurs à plonger de 2 centimètres, la somme des

pressions sera de 17 fois 2 centimètres ou de 34 centimètres. Ce sera la hauteur à laquelle (sauf la différence entre la densité moyenne des mélanges alcooliques dans la colonne et la densité de la vinasse) la hauteur du liquide se maintiendra normalement dans le tube manométrique. Cette hauteur augmenterait si l'ébullition, trop forte, occasionnait des frottements considérables; elle pourrait diminuer beaucoup, et même au point de devenir presque nulle si l'ébullition venait à cesser momentanément. Toutes ces irrégularités se traduisant par les oscillations du liquide dans le manomètre; la surveillance et la direction de la distillation sont rendues, par cela même, très-faciles.

Nous allons maintenant indiquer successivement la marche ou la direction 1° de la vapeur, 2° du liquide vineux et des produits liquides condensés, 3° de la vinasse, afin de bien faire comprendre le but de ces dispositions et les résultats obtenus; pour montrer enfin les conditions dans lesquelles se prépare la vinasse, ultérieurement employée à déplacer le jus sucré des betteraves découpées en lanières et traitées, comme nous l'avons dit plus haut, dans les cuviers macérateurs. (Voyez page 273 et pl. 15.)

La vapeur engendrée par l'ébullition à feu nu (ou par un serpentin à vapeur et retour d'eau), dans la chaudière A, se rend dans la colonne par le gros tube B C ; là elle s'élève par degrés dans les larges tubes au centre des plateaux en barbotant sur chacun de ces 17 plateaux superposés, qui sont couverts d'une couche de 4 centimètres de liquide vineux et alcoolique à niveau constant.

Le barbotage de la vapeur ascendante est disséminé sur chaque plateau à l'aide de la cloche qui recouvre le large tube central et dont les bords inférieurs, ainsi que ceux des six prolongements creux disposés en étoile, sont terminés en dents de scie hautes de 2 centimètres, de sorte que les bulles de la vapeur trouvent une issue facile dans chacune des nombreuses entailles de cette sorte de cloche, rayonnée en étoile (représentée sur une échelle double, fig. 2 et 3,

même planche 16) : à mesure que la vapeur s'élève, elle rencontre des liquides graduellement plus alcooliques et se charge d'alcool, laissant la vapeur plus aqueuse se condenser et rétrograder vers la chaudière. Après avoir ainsi parcouru la hauteur de la colonne comprise entre C, E (dont la portion en coupe de D en E montre les détails intérieurs), la vapeur s'engage dans le tube central du serpentin plat annulaire (décrit plus haut page 283 et planche 9) dont elle suit les circonvolutions en spirale pour arriver au tube latéral ascendant G, qui la conduit au haut de la coupole, d'où elle redescend, par le tube extérieur H I, au réfrigérant vertical annulaire J (déjà décrit page 284, planche 9). La vapeur alcoolique, entièrement condensée, s'écoule en un liquide nommé flegme dans l'éprouvette K, surmontée d'une cloche en verre qui permet de vérifier le degré alcoométrique (ordinairement entre 60 et 70°) sur la tige de l'alcoomètre flottant dans ce liquide. Un trop-plein laisse écouler cet alcool faible dans un tube aboutissant au réservoir spécial.

Voici maintenant quelle est la direction du liquide vineux : élevé d'abord par une pompe, comme nous l'avons dit, du bac à vin, situé sous les cuves à fermentation, dans un récipient supérieur, on le fait écouler à volonté, par un robinet que dirige l'ouvrier distillateur, dans l'entonnoir terminant le tube *a*, descendant de *a b* ; ce vin de betteraves monte tout autour du réfrigérant annulaire J et s'échauffe par degrés en condensant la vapeur alcoolique qui lui cède sa chaleur latente. Il en sort à 35 ou 40° ; arrivé en *e*, il se dirige de haut en bas ou de *c* en *d*, attiré par le courant ascensionnel produit dans le réchauffoir à vin *d*, *e*, précédemment décrit page 270 et planche 15. Ainsi échauffé à la température d'environ 60°, le vin s'élève par le tube *e f*, puis arrive, par le tube *f g*, dans le haut de la colonne, où il circule et s'échauffe encore, atteignant de 92 à 95°, sa température d'ébullition, entre les tubes étroits et hauts contournés en spirale; il trouve, au centre de la plaque horizontale au-dessus de la spirale, une ouverture circulaire par laquelle il se répand au-dessus

de cette plaque, puis déborde par le tube *trop-plein h*, qui le dirige en descendant, par le siphon renversé *i j*, sur le quatrième plateau : là le vin, s'ajoutant à la portion condensée des vapeurs qui le traversent en barbotant, descend de plateau en plateau par les tubes trop-pleins et plongeurs verticaux, alternativement disposés à l'une des extrémités d'une ligne diamétrale, comme le fait voir clairement la portion supérieure coupée de la colonne, montrant de D en E cinq plateaux coupés également suivant un plan qui passe dans l'axe.

S'écoulant ainsi en cascade, de plateau en plateau, le vin, de plus en plus échauffé à mesure qu'il est plus dépouillé d'alcool par la vapeur qui le traverse et qu'ainsi son point d'ébullition s'élève, arrive à l'état de vinasse, par le tube inférieur *l, m*, dans la chaudière A en pleine ébullition.

C'est alors que la vinasse, épuisée d'alcool par cette ébullition à la température de 101° environ, s'écoule dans le tube horizontal correspondant au niveau du liquide et adapté à la paroi latérale de la chaudière.

La vinasse chemine successivement dans le siphon renversé *o p q*, s'introduit en ce point dans le haut du cylindre tubulaire vertical *q r* (1), qu'elle traverse en descendant pour se rendre, par le tube *r s*, dans le tube horizontal qui règne au niveau des bords supérieurs des trois cuviers macérateurs *c, c, c* (fig. 1, pl. 15).

Un robinet *z* permet de vider à volonté le cylindre tubulaire.

Un robinet à soupape *p* permet d'intercepter à volonté la communication avec la chaudière A, qui, de son côté, peut être vidée au moyen d'un robinet de fond non indiqué sur la figure.

Au-dessus de la coupole terminant la colonne, on remarque un petit entonnoir *v*, à robinet adapté à un tube

(1) Cylindre réfrigérant pour la vinasse, dont il abaisse de 25° la température au profit du vin : celui-ci, par cet échange de chaleur, s'échauffe d'un égal nombre de degrés.

interne plongeant dans le liquide : ce petit entonnoir sert à injecter un centilitre d'huile environ, lorsque le liquide vineux, commençant à bouillir, tend à s'élever en vinasse; accident assez rare pour que l'on ait supprimé, sur plusieurs de ces appareils, le petit entonnoir à huile.

VALEUR COMPARATIVE DES PULPES DE BETTERAVES DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES.

Nous extrayons les passages suivants d'un intéressant mémoire communiqué par M. Meurein au comice agricole de Lille, puis à la Société impériale et centrale d'agriculture. M. Meurein indique ainsi les procédés qu'il a employés et les résultats qu'il a obtenus dans l'examen de la propriété nutritive des pulpes provenant de différents systèmes de distillation.

« De l'examen analytique des vinasses auquel je me suis livré, je suis arrivé à déterminer la composition des pulpes de betteraves obtenues par les râpes et les presses, et de celles réduites en fragments plus ou moins volumineux par les coupe-racines, et épuisées d'après les systèmes Dubrunfaut, Champonnois et Leplay.

« J'ai opéré sur des échantillons de 500 grammes que j'ai pris moi-même dans les fabriques ou fait prendre par des personnes en qui j'avais toute confiance. Cela était nécessaire, afin de choisir ces échantillons dans des conditions telles que leur analyse pût indiquer l'état moyen des pulpes normales de chaque usine (1).

« Le tableau suivant offre les résultats de ce travail.

(1) 500 grammes de chaque pulpe ont été desséchés au bain-marie jusqu'à ce qu'à la température de 100° ils ne perdissent plus rien de leur poids. Une nouvelle pesée fit connaître la quantité de matière sèche, qui fut pulvérisée. 10 grammes du mélange ayant été réduits en poudre très-fine, le dosage de l'azote fut opéré sur 2 grammes. Connaissant alors l'azote contenu dans 100 de matière sèche, le calcul permit d'établir la composition de la pulpe normale, son équivalent et son prix proportionnellement à la richesse en azote.

Analyses des pulpes de betteraves obtenues par les différents procédés employés pour l'extraction du sucre qui doit être converti en alcool dans les distilleries.

DÉSIGNATION.	NOMS.	COMMUNES.	PULPE normale.	MATIÈRE sèche p. 0/0.	EAU p. 0/0.	AZOTE p. 0/0 de matière sèche.	AZOTE p. 0/0 de pulpe normale.	ÉQUIVALENT.	VALEUR de 100 kil. d'après la richesse en azote.
									fr. c.
Pulpe des râpes et presses....	Lesaffre et Bonduelle.	Marquette......	100	36.2	63.8	1.290	0.4669	85.6	17 47
La même, lavée et exprimée de nouveau................	*Id*...............	*Id*............	100	30.0	70.0	0.917	0.2751	145.2	10 31
Pulpes des râpes et presses..	*Id*...............	*Id*............	100	36.2	63.8				
	Liénard............	Fives...........	100	31.4	68.6				
	Bériot.............	Moulins-Lille...	100	26.3	73.7				
		Moyennes....	100	31.3	68.7	1.277	0.3997	100.0	15 »
Pulpes Champonnois........	Taffin.............	Lesquin........	100	11.3	88.7				
	Dailly.............	Trappes........	100	11.5	88.5				
	Durot..............	Bersée.........	100	11.4	88.6				
		Moyennes...	100	11.4	88.6	2.478	0.2899	137.6	10 87
Pulpes de macération à froid.	Célariez et Waymel.	Haubourdin....	100	7.0	93.0				
	Bonnier............	Moulins-Lille...	100	7.8	92.2				
	Defontaine.........	Marquette......	100	6.5	93.5				
		Moyennes....	100	7.1	92.9	1.710	0.1216	329.7	4 54
Pulpe Leplay..............	Leplay.............	Douvrin........	100	8.85	91.15	2.380	0.2106	190.0	7 87
Vinasse normale des presses..	Lesaffre...........	Marquette......	100	2.75	97.25	5.818	0.1606	249.8	6 02
Vinasse de macération.......	Bonnier............	Moulins-Lille...	100	2.04	97.90	3.451	0,0704	566.7	2 64

« En examinant ce tableau, ce qui frappe d'abord, c'est la richesse exceptionnelle de la pulpe des presses provenant de la distillerie de MM. Lesaffre et Bonduelle; elle ressemble à du carton, tant l'expression à laquelle elle a été soumise a été énergique. Comme elle entre dans la moyenne des pulpes Liénard et Bériot, elle en élève un peu la quantité d'azote au-dessus de la moyenne, qu'on rencontre le plus généralement, qui est de 0,38 pour 100.

« Ensuite, pour apprécier l'influence modificatrice que l'immersion des sacs dans l'eau, opérée dans quelques fabriques, après une première expression, apporte dans la composition de la pulpe, j'ai pris 500 grammes de mélange exact des pulpes Lesaffre, fraîches, je les ai laissées macérer dans l'eau pendant une demi-heure environ, puis je les ai soumises à une forte pression. Cette pulpe a perdu beaucoup de sa richesse première, car l'azote contenu dans la matière sèche est descendu de 1,29 à 0,91. Ce mode d'opérer, s'il est avantageux au distillateur, n'est donc pas favorable aux propriétés nutritives de la pulpe.

« Les pulpes Liénard et Bériot n'ont été que pressées et non lavées postérieurement.

« Dans chaque série de pulpes de même origine, l'azote a été dosé en opérant sur une prise d'essai de 2 grammes faite dans le mélange exact, après dessiccation et pulvérisation, de quantités égales de pulpes normales de chaque usine, de sorte que j'ai obtenu ainsi des moyennes aussi rigoureuses et aussi vraies que possible : car, dans chaque série, les pulpes épuisées par les mêmes procédés ont une composition à peu près identique.

« De l'examen du tableau ci-contre, il résulte que les pulpes les plus riches, tant à cause de la plus grande quantité d'azote contenue à l'état normal qu'à cause du sucre qu'elles contiennent encore, sont celles des presses; puis viennent les pulpes Champonnois, ensuite Leplay et enfin Dubrunfaut.

« Si nous considérons la richesse absolue des pulpes, c'est-

à-dire celle qui représente le mieux la composition de la betterave, moins le sucre, et dont la digestion est facilitée par leur état de demi-cuisson, nous avons en première ligne la pulpe Champonnois, puis Leplay, ensuite Dubrunfaut et enfin celle des presses. »

Pour établir l'équivalent, j'ai pris comme point de comparaison la pulpe des presses, à laquelle j'assigne le nombre 100 :

Par suite, celle de M. Lesaffre.	85,6
Champonnois.	137
La pulpe des presses lavée.	145
Leplay.	190
Dubrunfaut.	329

c'est-à-dire que, pour qu'un animal nourri avec les pulpes de betteraves provenant des divers systèmes incorporât une quantité de principes nutritifs égale à celle contenue dans 100 kilog. de pulpes de presses, il faudrait lui donner des poids de chacune d'elles en kilogrammes, représentés par les nombres ci-dessus.

En prenant comme point de comparaison la pulpe des presses et en fixant le prix à 15 fr. les 1,000 kilogrammes,

Le kilogramme d'azote vaut 3 fr. 75 c.,

et, d'après leur richesse en azote, les autres pulpes ont la valeur vénale suivante, toujours pour 1,000 kilogrammes :

Lesaffre.	17 fr.	47 c.
Champonnois.	10	87
Pressée et lavée.	10	31
Leplay.	7	87
Dubrunfaut.	4	53

Ce n'est pas seulement en France que l'on a constaté les avantages des distilleries agricoles des betteraves par macération avec la vinasse ; dans un rapport à la Société d'agriculture de Belgique, en mai 1856, on a établi la comparaison entre la distillation de la betterave et les distilleries ordi-

naires du pays, et l'on a démontré qu'à superficie égale de terre cultivée la betterave fournit près de quatre fois autant d'alcool et dix fois autant de substance alimentaire, tout en laissant le sol mieux préparé pour une production de blé plus abondante.

Les doutes que nous émettions, à l'époque de notre précédente édition, sur quelques inconvénients de l'ingénieux système de macération et fermentation simultanées dans les tranches de betteraves, et de distillation, par la vapeur directe, des tranches fermentées, se sont justifiés pleinement depuis lors; nous n'en saurions offrir un plus sûr témoignage qu'en citant ici quelques extraits d'une lettre de M. Jules Reiset, savant agriculteur-chimiste de la Seine-Inférieure, correspondant de l'Académie des sciences, section d'économie rurale.

M. J. Reiset répond ainsi, dans le *Journal d'agriculture pratique*, aux objections contre le procédé Champonnois que l'on avait cru pouvoir déduire des documents qu'il avait adressés à un professeur de chimie, pour ses conférences agricoles. Tout en reconnaissant, d'ailleurs, que plusieurs distilleries, montées par M. Leplay, fonctionnent, depuis plusieurs années, à la satisfaction des intéressés, il déclare que « d'autres exploitations, et ce sont les plus nombreuses, ont donné la préférence au système de M. Champonnois. »

« On a prétendu que, dans les distilleries montées suivant ce dernier système, le travail ne devait subir aucun arrêt pendant toute la durée de la campagne..... Or on ne travaille chez moi ni la nuit ni les dimanches, et cela sans aucun préjudice pour les fermentations qui marchent généralement avec beaucoup de régularité. »

Répondant à une autre objection, il ajoute : « C'est un des ouvriers de ma ferme qui conduit, sans aucune difficulté, l'appareil distillatoire installé depuis quatre ans, et qui, pour bien fonctionner, n'exige ni l'intervention d'un chimiste ni celle d'un industriel expérimenté. »

Abordant ensuite la comparaison importante à établir

entre la valeur réelle des pulpes résultant du travail suivant chacune des deux méthodes, M. Reiset s'exprime ainsi : « . . . . . Sous l'influence d'un jet de vapeur à deux atmosphères (système Leplay) la cuisson de la betterave est complète, et la pulpe réduite presque en bouillie; les partisans de ce procédé déclarent que cette pulpe se garde indéfiniment, et convient mieux aux animaux...; ils reprochent au procédé de la macération des betteraves par la vinasse de fournir un aliment moins cuit....., moins nutritif et d'une conservation difficile..... : je dirai que depuis un mois je nourris environ 400 moutons avec des pulpes (de cette nature) mises en silos au commencement de la campagne..... J'ignore si nos pulpes en silos, à l'abri de l'air, se conserveraient indéfiniment, mais cinq ou six mois de conservation ont toujours suffi grandement au besoin de mon exploitation. »

« J'ai analysé les pulpes obtenues par le système Champonnois dans ma distillerie; voici la moyenne de quatre analyses pour 100 :

Eau.	88,85	
Matières sèches. .	11,15	contenant 0,212 d'azote (qui représentent 1,38 de matière azotée).

« Le rendement moyen des pulpes est de 73,15 pour 100 de betteraves travaillées; elles ne donnent lieu à aucun égouttage : il est donc inexact de dire qu'après 24 heures leur rendement se trouve réduit, comme celui des pulpes Leplay, à 60 pour 100.

« Moyenne de la composition des pulpes normales par le procédé Leplay, pour 100 :

Eau.	92,03
Matières sèches.	7,97 (1).

« La pulpe qui sort des cylindres distillatoires de M. Le-

(1) D'après les résultats de ces analyses, d'accord avec celles de

play a subi (par la condensation de la vapeur d'eau) un lavage qui entraîne, nécessairement, les matières albuminoïdes solubles et les sels; l'égouttage augmente cette perte de matières utiles dans l'alimentation.

« En résumé, après avoir visité plusieurs établissements montés suivant le système Leplay, je n'hésiterais pas à donner la préférence aux distilleries agricoles de M. Champonnois. »

FABRICATION DE L'ALCOOL DE TOPINAMBOURS.

Nous avons indiqué (page 86), au nombre des matières premières alcoogènes, les topinambours. D'après leur composition riche en glucose et inuline équivalente à la fécule amylacée, mais plus facilement transformable en alcool, on a pu voir qu'en certaines localités les topinambours offriraient quelques avantages spéciaux.

Leur traitement est, d'ailleurs, simple et facile; ces tubercules ont un tissu bien plus faible que la betterave. M. Bazin, directeur de la ferme-école du Ménil-Saint-Firmin, est parvenu à les diviser suffisamment, en les écrasant entre des cylindres cannelés en fonte, usités dans la fabrication du cidre; seulement, afin d'éviter les accidents d'excès de pression ou de rupture qui résulteraient de l'introduction des cailloux retenus par les gibbosités des tubercules, M. Bazin a fait maintenir les coussinets d'un des cylindres cannelés par un contre-poids ou un ressort assez résistant pour faire écraser les topinambours, mais cédant à l'effort plus considérable que ferait naître l'interposition d'un caillou ou de tout autre corps très-dur.

M. Meurein (voir pages 281 à 285), en tenant compte du rendement total en pulpe dans les deux systèmes : : 73,15 : 60 et des proportions de matières sèches que renferment les substances nutritives : : 11,15 : 7,97, on arrive à cette conséquence, que les produits en substance alimentaire pour le bétail sont, sur 100 de betteraves, de 8 dans le système Champonnois, et seulement de 4,8 dans le système Leplay ou suivant le rapport de 100 à 60 : le procédé Champonnois fournit donc presque le double de nourriture pour les animaux.

L'espèce de pulpe obtenue de cette manière se traite par macération à l'eau acidulée, ou mieux encore par la vinasse, suivant le système de M. Champonnois; l'opération est en tout semblable à celle dont on trouvera les détails en lisant la description des procédés de macération des betteraves, soit à la vinasse, soit à l'eau; la fermentation et la distillation des jus s'effectuent aussi dans des conditions semblables; enfin la pulpe un peu moins volumineuse, renfermant à poids égal plus de substances azotées et grasses, aura, au moins, une valeur nutritive égale pour les animaux, et devra être mélangée, dans les mêmes proportions, avec la menue paille et les fourrages secs qui, dans les deux cas, compléteront la ration alimentaire.

DISTILLATION DES MÉLASSES

provenant des sucreries indigènes, des sucreries coloniales et des raffineries : préparation des moûts et fermentation alcoolique. — Accidents de la fermentation. — Ventilation. — Manque de levûre. — Distillation.

Les mélasses de ces trois origines varient dans leur composition. Les sucreries indigènes fournissent des mélasses à odeur et saveur désagréables, elles ont une valeur moindre et sont plus chargées de sels alcalins que les deux autres sortes; aussi peut-on extraire, en général, avec profit le salin que fournit, dans ce cas, la vinasse concentrée, incinérée, etc.; ces mélasses, d'ailleurs, en raison même de leur alcalinité, ne contiennent que du sucre cristallisable et pas de glucose. Les sucreries coloniales donnent des mélasses douées d'une saveur plus agréable, contenant des proportions notables de sucre dit *incristallisable* ou glucose, et fort peu de substances salines; aussi ne peut-on, utilement, extraire le salin des vinasses résidus de leur distillation.

Quant aux raffineries, elles laissent, en résidus, des mé-

lasses moins chargées de sels que les sucreries, et d'autant moins que les sucres bruts exotiques et indigènes, presque toujours mélangés entre eux pour le raffinage, contenaient moins de sucre de betteraves.

Préparation des moûts et fermentation. — Quelle que soit l'espèce de mélasse employée, la plupart des dispositions à prendre pour bien régler la fermentation sont les mêmes : Il est, en tous cas, convenable de rendre uniforme la densité des mélasses, afin de faciliter et de régulariser les dosages; c'est pour atteindre ce but que l'on abaisse, en les étendant d'eau, leur degré aréométrique jusqu'à 40° à l'aréomètre Baumé (1), la température étant de + 15° centésimaux. Le mélange de l'eau avec des liquides aussi denses et visqueux offre quelques difficultés; on peut faciliter l'opération en délayant, à l'aide d'un râble et avec un excès d'eau, d'abord la mélasse au fur et à mesure qu'elle s'écoule par la bonde d'une barrique dans un vase en fonte. Parfois on rend moins pénible cette manipulation en injectant de la vapeur qui échauffe et fluidifie la matière en même temps qu'elle lui fournit de l'eau par sa condensation. Dès qu'une quantité de 600 à 1,000 kilog. est préparée de façon à présenter le degré voulu (40° Baumé), on l'ajoute aux approvisionnements de mélasse usuelle.

Les distillateurs de mélasse, en effet, conservent dans des citernes en maçonnerie hydraulique les mélasses qu'ils reçoivent des fabriques environnantes.

Lorsqu'on veut mettre en fermentation une certaine quantité de cette matière, il faut l'étendre à 8, 9, 10 ou 11° pour la température de 22° centésimaux, suivant qu'elle est plus impure; c'est le dernier terme ou la plus forte densité que l'on doit observer relativement aux mélasses des sucreries de

(1) Les mélasses, telles qu'on les obtient dans les sucreries indigènes, marquent de 46 à 50° à l'aréomètre Baumé, à moins qu'elles n'aient été étendues d'eau avant d'être expédiées et de façon à marquer seulement 40 ou 42°. Dans les raffineries et dans les sucreries coloniales, le degré des mélasses varie de 44 à 48 au même aréomètre.

betteraves, parce qu'il y a dans ces mélasses plus de sels contribuant à élever la densité, et d'ailleurs afin d'avoir moins d'eau à évaporer pour obtenir le salin des vinasses. On délaye la mélasse, d'abord avec de l'eau préalablement chauffée à 50° environ, au moyen des vapeurs perdues de l'usine, puis on ajoute de l'eau froide, c'est-à-dire à la température ambiante, jusqu'à ce que le mélange total ait atteint la température de 22° centésimaux et la densité représentée par 11° Baumé (pour la mélasse de betteraves dont nous indiquons ici le traitement). La température doit être un peu moindre en été (d'un degré environ), un peu plus élevée durant l'hiver.

Lorsque toute la quantité de liquide nécessaire pour emplir une cuve est ainsi préparée, on y verse de l'acide sulfurique (préalablement étendu de 4 à 5 volumes d'eau, dans un vase doublé de plomb) jusqu'à ce que la réaction, d'alcaline qu'elle était, soit devenue sensiblement acide; on s'en assure en posant une goutte du liquide sucré sur un morceau de papier bleui par le *tournesol*, qui doit alors virer au rouge (1).

On dirige, à l'aide d'une pompe ordinairement mue par une dérivation de la force d'une machine à vapeur, le liquide ou *moût* dans l'une des cuves à fermentation. La levûre de bière, préalablement delayée avec soin dans six à huit fois son poids d'eau, est jetée dans la cuve, et l'on agite avec un râble de bas en haut, de façon à répartir le ferment dans toute la masse aussi régulièrement que possible.

Bientôt la fermentation commence; elle s'annonce par de nombreuses petites bulles s'élevant à la superficie du liquide d'abord près des parois de la cuve, puis gagnant vers le centre. Si l'on voit, en examinant (au moyen de la porte pratiquée sur le couvercle), le dégagement des bulles gazeuses former une mousse assez volumineuse pour menacer de déborder, on projette, à l'aide d'un balai, quelques litres de

(1) On prépare aisément ce papier en délayant, à l'aide d'un mortier, quelques petits pains de *tournesol* dans environ dix fois leur poids d'eau, filtrant le liquide, puis l'étendant avec un pinceau sur des feuilles de papier blanc à lettre et le laissant sécher à l'air.

solution de savon vert. La mousse s'affaisse, et le dégagement de l'acide carbonique continue d'une manière moins tumultueuse, produisant l'effet d'une sorte d'ébullition ou d'un petillement sur tous les points de la surface. La température du liquide s'élève graduellement, à mesure que les progrès de la fermentation font diminuer la densité ou le degré aréométrique du moût.

Cette marche de l'opération doit être examinée, chaque jour, matin et soir; les observations au thermomètre dans le liquide et à l'air, et avec l'aréomètre, soigneusement notées (à la craie sur une planchette noire ou ardoise fixée près de chaque cuve); les notations sont transcrites sur le registre, où l'on a, d'ailleurs, inscrit sous le numéro de chaque cuve la date, l'heure, le volume du moût, sa température et les autres circonstances de la mise en fermentation.

C'est à l'aide de ces observations attentives que l'on peut parvenir à régler convenablement les fermentations et reconnaître quelque vice résultant de dosages inexacts, de mauvaise qualité de la levûre, ou de l'élévation, accidentellement trop forte, de la température.

On constate que la fermentation est à son terme lorsque le dégagement de l'acide carbonique s'arrête; alors on fait écouler tout le liquide vineux par un tube en cuivre ou en toile imperméable, dans un récipient d'où une pompe le monte au réservoir qui alimente la distillation.

Si l'on ne pouvait disposer d'un appareil distillatoire en ce moment, les liquides vineux précédemment obtenus n'étant pas entièrement distillés, on serait obligé de laisser la cuve pleine et close, afin d'éviter l'évaporation de l'alcool et l'acétification par le contact de l'air en mouvement.

Voici les données numériques relatives à une des fermentations bien dirigées de la mélasse de sucrerie indigène dans une grande distillerie du Nord :

Dimensions de la cuve.	Diamètre moyen.	3m,86
	Profondeur totale.	2m,85
Hauteur du liquide (moût à 11° B.) mis en fermentation.		2m,40

Contenance en hectolitres, 261; mélasse à 40° Baumé employée = 6,300 kilog.; acide sulfurique pour la saturation, plus un léger excès = 55 kilog.; levûre compacte, 80 kilog.

Au moment du mélange de la levûre, le moût marquait 11° B., sa temp. étant 22° 1/4 C.

Le 2e jour, la densité et la température du liquide étaient. .	10°	24°
Le 3e jour.	7°	30°
Le 4e jour.	3°,7	33°,75
Le 5e jour.	3°,2	35°

L'essai du liquide vineux à l'alcoomètre Gay-Lussac indiqua 0,068 d'alcool pur, ce qui correspondait à un rendement total de 1,774l,8 d'alcool ou 28 lit. pour 100 kilog. de la mélasse employée. Le rendement, variable suivant la proportion de sucre contenue dans la matière première, équivaut, en moyenne, à 24 ou 25 litres d'alcool anhydre pour 100 kilog. de mélasse.

Les mélasses de raffinerie pourraient donner un plus fort rendement en alcool, car elles contiennent plus de matière sucrée; mais, comme elles sont propres à d'autres usages, notamment à la préparation des sirops, du pain d'épice et de divers aliments, leur prix est plus élevé, et l'on ne peut extraire économiquement des vinasses qu'elles laissent en résidus de leur distillation les matières salines qui s'y trouvent en trop faibles proportions. Par ces différents motifs, les mélasses de raffinage n'étaient pas, en général, employées par les distillateurs jusqu'à ces derniers temps. Le prix élevé des alcools a permis, pendant les années 1854, 55 et 56, de leur donner cette destination, pour une partie du moins. Ce que nous venons de dire de la mélasse de sucrerie indigène peut s'y appliquer (1), ainsi que ce qui nous reste à exposer relativement aux accidents de fermentation.

(1) Sauf l'acide sulfurique, qui doit être employé en quantités d'autant plus faibles, que les mélasses sont moins alcalines et souvent même légèrement acides.

Accidents de fermentation. — Outre les inconvénients accidentels de la *mousse* indiqués ci-dessus, plusieurs causes de déperdition et d'insalubrité sont à craindre durant la fermentation alcoolique, et l'on doit s'en préoccuper.

Il faut éviter, autant que possible, une trop forte élévation de la température des moûts pendant l'acte même de la fermentation active; car, lorsque cette température atteint ou dépasse 35° centésimaux, l'alcool se convertit en aldéhyde, puis en acide acétique, par une sorte de combustion humide ou de fermentation spéciale, due au développement d'une sorte de mucor analogue aux *fleurs* du vin et agissant comme corps poreux, d'après les récentes recherches expérimentales de M. Pasteur : on doit donc modérer la chaleur initiale, surtout pendant l'été. Si l'on s'apercevait que cette élévation de température commençât à se manifester, on pourrait essayer de refroidir le liquide en le transvasant dans une cuve rincée à l'eau fraîche. Peut-être appliquerait-on avec avantage à ces liquides le moyen de refroidissement usité chez quelques brasseurs, consistant à faire passer le liquide fermenté dans un tube muni d'une double enveloppe où circule l'eau froide.

Fermentations visqueuse, lactique. — Lorsque l'on emploie des levûres de mauvaise qualité, ou encore en proportion trop faible, de même que si l'on a laissé, dans les cuves, d'une opération précédente, des ferments altérés, sorte de dépôts appelés *fonds de cuves*, la fermentation alcoolique peut être ralentie et bientôt après remplacée par une fermentation visqueuse ou lactique, qui, transformant la matière sucrée en d'autres produits, s'oppose à toute production ultérieure d'alcool. On ne connaît aucun moyen de ramener une fermentation devenue visqueuse; il faut donc s'efforcer de la prévenir. L'emploi de bonne levûre fraîche en quantité suffisante, le nettoyage complet des cuves à l'aide de lavages à l'eau pure, parfois même avec de l'acide sulfurique pour détruire ou annihiler certains ferments après chaque opération, l'entretien d'une tempéra-

ture égale et modérée sont autant de conditions favorables pour éviter cet écueil.

Les lavages du sol de l'atelier des cuves doivent être faciles; il faut donc que le sol soit dallé ou carrelé en briques imperméables cimentées à la chaux hydraulique ou, mieux encore, avec un mastic de bitume.

Variations de température. — Il convient de prévenir l'effet des rayons solaires en abritant l'atelier du côté du midi et ménageant des ouvertures au nord; tout ce qui peut régulariser la température du local, éviter les causes des fortes transitions de température, par exemple les courants d'air volumineux et rapides.

Ventilation. — Cependant il est indispensable de ménager un renouvellement d'air, ou une ventilation continue telle que l'acide carbonique exhalé en quantité considérable des moûts en fermentation, dans les huit cuves que contient ordinairement l'atelier, ne puisse former un mélange irrespirable ou asphyxiant.

Manque de levûre. — A certaines époques de l'année, le prix de la levûre augmente beaucoup dans certaines contrées; parfois même on ne peut s'en procurer des quantités suffisantes : il serait donc bien désirable qu'on parvînt à conserver cette substance dans les saisons où elle abonde et se trouve à bas prix. Le problème difficile de la conservation et du transport de la levûre serait important à résoudre, d'ailleurs, pour les localités dépourvues de brasseries.

Deux moyens ont été pratiqués avec quelque succès; l'un de ces moyens consiste à mélanger la levûre avec de la mélasse de raffinage marquant 45° et de façon à en former une sorte de pâte homogène. Ce mélange, délayé ultérieurement dans l'eau, constitue un ferment assez énergique, moins énergique, cependant, que la levûre fraîche.

On est arrivé à des résultats sensiblement meilleurs en étendant à l'air, en couche mince, la levûre fraîche, et la laissant se dessécher spontanément au soleil ou dans un courant d'air faiblement échauffé.

Je suis parvenu, moi-même, à rendre la dessiccation plus prompte en étendant la levûre égrenée, sur des tablettes épaisses en plâtre, préalablement bien desséchées et devenues très-absorbantes. Un autre procédé m'a paru au moins aussi efficace. Il consiste à mélanger la levûre égrenée avec du noir animal (charbon d'os) en poudre et très-sec, par conséquent très-hygroscopique, ou encore avec de la fécule fortement étuvée et refroidie en vase clos.

La dessiccation, dans ces circonstances, s'achève facilement sous l'influence d'un courant d'air échauffé à la température de 30 à 35°.

Ces moyens permettraient, probablement, de transporter aux colonies la levûre assez énergique pour faciliter les fermentations toujours irrégulières et incomplètes, faute d'un ferment convenable. On emploie, en France, parfois avec avantage, ces procédés en ajoutant toujours une quantité plus ou moins grande de levûre fraîche à la levûre desséchée.

DISTILLATION DES VINS DE MÉLASSE.

Nous n'aurions rien à ajouter à ce que nous avons dit, en traitant plus haut de la distillation des jus de betteraves extraits et fermentés, suivant les différentes méthodes ci-dessus décrites, s'il ne s'agissait que d'obtenir l'alcool sans se préoccuper des vinasses, car les liquides vineux préparés avec des mélasses étendues d'eau, acidulées et soumises à la fermentation, comme nous venons de l'indiquer, peuvent être traités avec les mêmes soins et dans les mêmes appareils, pour donner l'alcool qu'ils contiennent, ordinairement, en proportions un peu plus fortes que les *vins* des jus de betteraves.

Mais, lorsqu'on se propose de distiller les *vins* de mélasses en vue d'en obtenir, outre l'alcool, un produit secondaire, le *salin* (sels de potasse et de soude), certaines dispositions rendent l'opération plus économique, et d'ailleurs des pro-

cédés spéciaux s'appliquent. dans ce cas, au traitement des vinasses.

On comprend que l'on ait alors intérêt à obtenir la vinasse le moins possible étendue d'eau, puisque l'eau qu'elle retient doit être ensuite évaporée, afin d'obtenir le résidu sec, ou concentré du moins au point d'être inflammable directement, dans un four à réverbère chauffé d'avance.

Une ingénieuse modification faite à l'appareil Derosne par M. Dubrunfaut réalise cette pensée; elle consiste à séparer en deux la colonne qui surmonte la deuxième chaudière. Laissant sur cette chaudière la première partie (CD, fig. 1, pl. 5, que l'on peut agrandir en diamètre et hauteur), on adapte la deuxième partie (D E dite de rectification, de la même colonne) sur une troisième chaudière semblable à la chaudière B et au même niveau (le surplus des appareils : chauffe-vin et réfrigérant étant disposés à la suite). Cette troisième chaudière est chauffée par la cheminée traînante du foyer; elle reçoit seulement les liquides qui rétrogradent, provenant de la condensation des vapeurs plus aqueuses qu'alcooliques. Ne contenant, en tous cas, aucune substance saline fixe, ces liquides arrivent dans la troisième chaudière et fournissent encore des vapeurs qui passent à la rectification; mais ils retiennent un peu d'alcool; on les distille à part avec les *fonds de cuves*.

Quant à la deuxième chaudière B, elle ne reçoit plus, d'après cette disposition, que le vin échauffé dans le serpentin I et chauffe-vin G H; ce vin se concentre graduellement, en perdant de l'alcool et de l'eau vaporisés, sur les plateaux de la colonne C D, puis dans la chaudière B, et enfin, pendant une heure d'ébullition, dans la chaudière A. C'est alors de la vinasse dépouillée entièrement d'alcool et déjà concentrée ou présentant, sous un volume moindre de 15 à 20 centièmes, autant de sels alcalins que le vin lui-même.

On conçoit aisément que dans cette disposition de l'appareil distillatoire on puisse substituer au tronçon de colonne D E

et au chauffe-vin en serpentin horizontal G H la colonne à circulation de l'appareil distillatoire Derosne, modifié par M. Dubrunfaut, indiquée pl. 7 par les lettres B B', et dont les détails intérieurs sont indiqués fig. 1, 2 et 3, pl. 8, puisque cette colonne remplace la colonne distillatoire C D et le rectificateur D E de l'appareil Derosne; seulement il serait bon de la séparer en deux, afin de fractionner les produits condensés, en implantant la deuxième partie sur une troisième chaudière, tandis que la première partie seule de la colonne recevrait le vin et préparerait la concentration de la vinasse, qui s'achèverait dans la deuxième et la première chaudière (page 306 et pl. 12).

On voit que, dans ce cas, la deuxième partie de l'appareil, représentant la portion de colonne à rectification, les chauffe-vin et réfrigérant à eau, donne, à l'issue de ce réfrigérant, l'alcool recueilli continuellement de 50 à 60° centésimaux, destiné à être rectifié et porté à 94°.

Nous avons dit que, dans la troisième chaudière supportant la colonne de rectification, se réunissent les petites eaux rétrogradant du haut en bas sur la deuxième colonne. Les petites eaux, soutirées toutes les fois que cette chaudière se remplit, sont versées dans la chaudière d'un alambic spécial, semblable à celui qui est dessiné pl. 7, fig. 2; on y ajoute les fonds de cuves (matière boueuse contenant le dépôt de la levûre altérée qui se précipite pendant et après la fermentation). L'espèce de vinasse trouble restée dans la chaudière est sans valeur; on la laisse écouler dans un égout dès qu'elle est épuisée (1).

L'alcool à 50 ou 60° de toutes les opérations que nous venons de décrire (appelé eau-de-vie), ayant une odeur désagréable due aux huiles essentielles propres à la betterave, à l'alcool amylique et plusieurs autres produits de la fermen-

(1) Ces sortes de vinasses sont de nature à infecter les petits cours d'eau, à moins qu'on n'ait le soin de les saturer par la chaux et de les laisser s'éclaircir, par le repos, dans de vastes bassins. Il vaudrait mieux encore les utiliser en irrigations.

tation, on doit soumettre ces alcools à la rectification dans un appareil spécial décrit plus loin, afin d'en obtenir, d'une part, l'alcool fort dit *esprit fin* ou *bon goût*, de 90 à 94°, et, d'un autre côté, l'alcool moins fort, retenant des produits à odeur désagréable.

La planche 12 montre, par une élévation générale, toutes les dispositions que nous avons indiquées ci-dessus, pag. 304 et 305.

Les lettres F et H indiquent les deux chaudières dans lesquelles la vinasse se concentre à mesure que le vin de mélasse se dépouille d'alcool ; elles sont munies de tubes indicateurs de niveau P N, et la dernière H, d'un robinet à air O; elles communiquent entre elles par le tube *a r' a'*, portant, suivant la direction de la flèche, la vapeur qui barbote par une pomme d'arrosoir dans la chaudière F. Au sortir de celle-ci, la vapeur, plus alcoolique, se rectifie encore en montant de plateau en plateau dans la colonne E (disposée en tronçons comme dans les figures des pl. 7, 8 ou 16), puis passe par le tube *b b'* dans la chaudière G, où les portions les plus aqueuses se condensent, et les portions plus alcooliques s'épurent en s'élevant dans la colonne D, de plateau en plateau, laissant toujours rétrograder les liquides moins alcoolisés; la vapeur est alors dirigée par le tube *d d'* dans le serpentin chauffe-vin C. Le produit de la condensation dans ce serpentin s'écoule en suivant les hélices dans le vase analyseur *e*, qui laisse rétrograder ce liquide par le tube en siphon renversé M dans la colonne D, puis de celle-ci dans la chaudière G. Cette chaudière, comme on peut le voir, ne reçoit pas de vin : elle retient les liquides peu alcooliques des condensations rétrogradantes; lorsqu'elle s'est remplie aux deux tiers de sa capacité, ce que l'on voit par le tube indicateur Q, on la vide à l'aide d'un robinet de fond du tube *x* qui conduit ce liquide dans un réservoir : on le redistille, mêlé aux dépôts ou fonds de cuves, dans un alambic spécial.

Quant aux vapeurs échappées du vase analyseur *e*, elles se

dirigent par le tube-siphon *e e'* dans le dernier serpentin réfrigérant B, qui doit les condenser entièrement; en sorte que l'alcool au degré convenable (50 à 60° ordinairement) s'écoule au bas du serpentin par le tube S S', qui le conduit au réservoir des flegmes ou alcool à rectifier.

Si, maintenant, nous suivons la marche du vin inverse de celle de la vapeur, nous allons voir qu'il s'épuise graduellement d'alcool dégagé en vapeur à mesure qu'il chemine, mais, en tous cas, sans passer dans l'appareil intermédiaire ou colonne et chaudière D G.

Le vin de mélasse, en effet, s'écoule par un robinet qu'on règle à volonté, comme dans les appareils précédemment décrits, dans le tube A A', qui le conduit au bas du réfrigérant B; il remonte par le tube B' dans le chauffe-vin C, au sommet duquel il trouve le tube C' C'', qui le dirige sur les plateaux analyseurs de la colonne E; il tombe de plateau en plateau jusque dans la chaudière F, où il subit l'action de la vapeur venant de la première chaudière H.

Lorsque la chaudière F est aux deux tiers rempli, on fait écouler par le robinet I tout le liquide dans la chaudière H, dont on vient de soutirer la vinasse par le robinet J.

On voit que l'écoulement de la vinasse est intermittent afin que l'épuisement en soit plus complet, tandis que l'arrivée du vin par l'autre extrémité A A' de l'appareil est continue.

Cet appareil distillatoire fonctionne donc précisément comme l'appareil Derosne; mais il concentre la vinasse en éliminant par le vase intermédiaire G D une grande partie des liquides, produits de la vapeur condensée.

Si l'on veut faire monter la vinasse dans le réservoir supérieur qui alimente les chaudières évaporatoires dans l'atelier de fabrication du salin, il suffit de fermer pendant quelques instants les robinets I et *r'*; il s'établit aussitôt dans la chaudière H, où la vapeur continue à se produire, une pression suffisante pour faire monter (comme par un *monte-jus*) la vinasse dans le tube K L aboutissant au réservoir spécial.

FERMENTATION RAPIDE DES MÉLASSES.

Dans certaines circonstances, il peut être avantageux, indispensable même, de hâter beaucoup la fermentation des mélasses, lorsque, par exemple, l'emplacement et le matériel d'atelier ou cellier des cuves sont trop restreints pour correspondre aux débouchés, tandis que la puissance de production de l'appareil distillatoire a pu être accrue, doublée ou triplée, sans exiger un emplacement beaucoup plus considérable.

La même nécessité se fait plus vivement sentir lorsque les droits d'accise sont fixés, comme en Belgique, en raison de la contenance des cuves et du temps pendant lequel la fermentation s'y effectue (1).

Voici, d'après M. Lacambre, le procédé adopté par les distillateurs belges pour hâter la fermentation de la mélasse de betteraves, en sorte qu'elle soit finie en vingt-six heures. La mélasse est d'abord délayée avec de la vinasse ou de l'eau chaude; puis on sature cette solution avec de l'acide sulfurique préalablement étendu de 4 ou 5 fois son volume d'eau. Lorsque le terme de la saturation est reconnu à la nuance légèrement rouge que prend un papier teint en bleu par le tournesol, on complète l'acidité utile en y ajoutant 400 grammes d'acide par 1,000 kilog. de mélasse à 40°. On verse alors dans le mélange la quantité d'eau commune, froide ou tiède, convenable pour abaisser le degré aréométrique à 7 1/2 ou 7 1/4 Baumé, et la température à 30° centésimaux.

(1) Depuis la dernière loi de 1854, relative à la distillation dans ce pays, le droit d'accise est élevé à 2 fr. 36 c. par hectolitre de contenance des cuves à fermentation et par vingt-quatre heures; de telle sorte que, si la fermentation durait quarante-huit heures, le droit serait doublé. On comprend donc le grand intérêt qu'ont les distillateurs belges à terminer cette opération en vingt-quatre heures; on n'a pas le même motif de hâter les fermentations en France, ni en Angleterre, où les droits sont établis en raison de a quantité d'alcool obtenue.

Cette préparation étant faite dans une cuve placée au-dessus des cuves à fermentation, dès que le mélange est effectué, on fait couler le liquide dans une de ces cuves. Avant que celle-ci soit complétement pleine, on y ajoute la levûre préalablement délayée (avec grand soin surtout si elle est en pâte) dans l'eau tiède (à 30° environ); on emploie 1 litre de levûre fraîche en bouillie, délayée dans 2 litres d'eau, ou 500 grammes de levûre pressée ou en pâte, délayée dans 4 litres d'eau par hectolitre de liquide versé dans la cuve; on remplit alors celle-ci et l'on abandonne à elle-même la fermentation dans le cellier, dont la température est entretenue à 25° centésimaux.

Afin d'obtenir une fermentation plus active, les distillateurs préparent un levain en faisant réagir d'abord, à part, 1 kilog. de malt et de seigle broyés, à parties égales, bien délayés dans 6 litres d'eau, à la température de 75°; pendant la réaction qui dure deux heures environ, une grande partie de l'amidon des farines se transforme, sous l'influence de la diastase, en dextrine et glucose. La température du mélange s'étant abaissée spontanément ou par une addition d'eau froide à 35° environ, on ajoute la levûre délayée à l'eau froide, puis on laisse la fermentation commencer ou même se développer durant quelques heures, et c'est alors qu'on projette ce levain dans la cuve. L'effet utile qui se produit, dans ce cas, dépend, sans doute, ainsi que nous l'avons dit dans l'édition précédente (1858), des éléments nutritifs, phosphates, matières azotées, grasses, etc., que la levûre rencontre dans les céréales (malt d'orge et seigle), et qui lui permettent de se reproduire tout en excitant la fermentation; de sorte qu'en définitive cette préparation, usitée avec succès dans plusieurs autres circonstances, équivaut à l'emploi d'une plus forte quantité de levûre, outre qu'elle en favorise l'action et le développement.

Les cuves à fermentation sont ordinairement remplies jusques à 15 ou 20 centim. des bords. Au bout de quelques heures, on surveille l'opération afin d'empêcher l'élévation

de la mousse (que produit le dégagement du gaz acide carbonique) par-dessus les bords de la cuve, en projetant, à l'aide d'un balai, quelques litres d'eau savonneuse : cette eau, préparée avec du savon mou, se trouvant en contact avec le liquide acide, la base alcaline est saturée, et l'huile (acides gras), aussitôt mise en liberté, lubrifie les bulles qui laissent alors échapper le gaz.

La fermentation est à peu près terminée en vingt-quatre ou vingt-six heures; on s'en assure en observant la densité du liquide abaissée de 7 1/4 ou 7 1/2 à 2° Baumé, et on procède à la distillation. Suivant la quantité des mélasses et le succès de ces fermentations accélérées, on obtient, pour 100 kilog. de matière première, 50 à 60 litres d'alcool à 50°.

EXTRACTION DES SELS ALCALINS CONTENUS DANS LES VINASSES.

Inconvénient des liquides résidus des distilleries. — Moyens de les éviter. — Émanations incommodes de la concentration et de l'incinération des vinasses. — Moyens de les amoindrir.

Extraction des sels alcalins contenus dans les vinasses. — Les matières salines puisées dans le sol par les betteraves, notamment les sels de potasse et de soude, ou les produits de leur transformation fournis à la plante, par les argiles et les fumiers, se retrouvent, en très-grande partie, dans la vinasse, puisque le sucre et l'alcool purs n'en renferment aucune quantité.

Les vinasses brunes marquant environ 4° à l'aréomètre Baumé doivent cette densité aux sels de potasse, de soude, de chaux, aux acides libres et aux matières organiques qu'elles contiennent; on les dirige, par des conduits en cuivre, dans des chaudières de même métal (1) à fonds bombés et parois très-élargies près des rebords supérieurs, afin

(1) Les tubes et chaudières en tôle seraient promptement détériorés par l'excès d'acide, à moins qu'on ne l'eût saturé.

que la mousse volumineuse qui se forme par l'ébullition, à mesure que la matière devient plus visqueuse, puisse s'étendre et s'affaisser sur une surface assez grande. Ces chaudières, à la suite les unes des autres, sont étagées de façon à déverser de l'une dans l'autre, et à être chauffées par le même foyer ou par la flamme du four à réverbère dans lequel se fait l'incinération ci-dessous décrite.

La vinasse versée dans la chaudière la plus éloignée du foyer y subit la première évaporation et se concentre de plus en plus en arrivant dans les trois chaudières suivantes.

On entrepose le liquide parvenu au terme de 28° Baumé, dans un réservoir, afin que la précipitation du sulfate de chaux (1), commencée dans les troisième et quatrième chaudières, puisse s'y compléter autant que possible par le repos. La solution brune, éclaircie, est soutirée et versée, en un filet gradué, sur la sole d'un four à réverbère semblable aux fours à soude (2). Presque aussitôt les matières organiques de la vinasse concentrée s'enflamment en avançant vers le foyer. On agite avec des râbles en fer la matière épaissie et rapidement charbonnée. Lorsque, toute la charge étant ajoutée et l'écoulement interrompu, la matière est devenue partout pulvérulente, charbonneuse, que la flamme a presque entièrement cessé, et surtout qu'une petite quantité délayée dans l'eau et jetée sur un filtre donne une solution incolore, on extrait tout ce que contient le four, à l'aide d'une racloire en fer, on l'enferme dans des étouffoirs, afin d'arrêter la combustion, qui, élevant trop la température, produirait des sulfures et opérerait une demi-fusion capable de rendre toute la masse fort difficile à lessiver.

(1) On rendrait la précipitation de ce sulfate plus complète en saturant les acides libres de la vinasse par des marcs ou résidus de salins, et l'on éviterait l'action destructrice sur les chaudières en tôle qui seraient bien moins dispendieuses.

(2) On trouve la description de ces fours et les détails de séparation des sels alcalins, de la fabrication des soudes, etc., dans le *Précis de chimie industrielle* de M. Payen, 4e édition, chez Hachette.

Autant que possible, au sortir des étouffoirs, sans attendre un complet refroidissement, on doit commencer le lessivage; car cette substance poreuse, chargée de charbon très-divisé, est sensiblement pyrophorique : elle pourrait, en éprouvant, en tas, à l'air, une combustion spontanée, offrir des chances d'incendie, et d'ailleurs subir, entre ses particules, des agglomérations qui formeraient obstacle à la pénétration de l'eau.

La matière charbonneuse représente environ 0,2 du poids de la vinasse concentrée à 25°; elle contient les carbonates de potasse et de soude provenant de l'incinération des acétates et lactates des mêmes bases, plus les sulfates de potasse, chlorures de potassium et de sodium que contenaient les mélasses (1).

On humecte la matière charbonneuse et on la lessive sur des filtres rectangulaires en tôle ayant 50 centimètres de profondeur et 1 mètre à 1^{m},5 en carré; ces filtres, emplis aux 0,8, sont arrosés d'eau tiède de façon à recouvrir d'eau le salin charbonneux.

On laisse réagir douze heures, puis on soutire la solution à laquelle on substitue de l'eau. La solution alcaline, soutirée, est versée immédiatement sur un filtre semblable chargé de même; on parvient, à l'aide de cinq filtres sur lesquels la solution passe successivement, à obtenir une solution alcaline marquant 40° à l'aréomètre Baumé. Toutes les solutions obtenues à ce titre sont mises à part.

Le résidu, épuisé méthodiquement par l'eau et les solutions passant d'un filtre à l'autre, suivant le même ordre, procure des solutions graduellement affaiblies de 39° à 12° ou 13° marquant en moyenne 25°. En continuant de la même manière le lessivage, on obtient une troisième série de solutions de 12° à 1°, que l'on emploie pour arroser de nouveau salin charbonneux, au lieu d'y employer l'eau pure. La pre-

(1) Si l'on avait laissé dans les vinasses concentrées tout le sulfate de chaux, ce sel décomposerait une quantité équivalente de carbonate de potasse, et même du carbonate de soude, laissant, au lieu de carbonates alcalins, des sulfates de potasse et de soude, dont la valeur est bien moindre.

mière solution à 40°, rapprochée à 45° dans des chaudières en tôle, est versée dans des cristallisoirs, où il se forme, par le refroidissement, une cristallisation de chlorure de potassium. On décante l'eau mère, qui est ensuite évaporée jusqu'à 50°; mise alors dans un cristallisoir (également en tôle), elle fournit, au bout de trois à cinq jours, une cristallisation d'un carbonate double de potasse et de soude contenant un excès de carbonate de potasse. L'eau mère, décantée, est riche en carbonate de potasse; on l'évapore à siccité sur des chaudières plates; puis on calcine au four à réverbère le salin de potasse ainsi obtenu, équivalent aux belles potasses du commerce.

Le chlorure de potassium de la première cristallisation est lavé, séché et vendu à cet état.

Les cristaux de carbonate double, redissous, donnent, par le refroidissement, un carbonate double contenant moins de carbonate de potasse et qui, fondu à chaud, donne un précipité de carbonate de soude. L'eau mère s'ajoute aux solutions à 50°, qui donnent un salin riche en potasse carbonatée (1).

Les lessives marquant 25° à 27°, obtenues des deuxièmes filtrations, sont évaporées à 40° et laissent précipiter du sulfate de potasse : mises dans un cristallisoir, elles fournissent du chlorure de potassium; rapprochées, on en obtient une deuxième cristallisation semblable. L'eau mère est alors évaporée jusqu'à 50°, et donne, dès lors, les mêmes produits que les premières lessives à ce degré. Par ces opérations, les vinasses fournissent de belles potasses commerciales de 66° à 69° alcalimétriques, du carbonate de soude de 55° à 60°, du chlorure de potassium et du sulfate de potasse, qui se vendent très-facilement. On peut rendre l'opération beaucoup plus simple en se bornant à lessiver le salin charbonneux et rapprocher à siccité les lessives et vendre le salin

(1) On peut éviter la cristallisation du carbonate double de potasse et de soude en faisant précipiter directement ce dernier carbonate par l'ébullition.

blanc obtenu, qui contient un mélange des différents sels alcalins ci-dessus désignés.

Émanations incommodes de la concentration et de l'incinération des vinasses, moyens de les amoindrir. — Pendant l'évaporation des vinasses, des vapeurs aigres et un peu putrides, provenant d'acides volatils et de l'altération de diverses substances organiques azotées, se répandent dans l'air et incommodent le voisinage ; on diminue beaucoup ces inconvénients en couvrant les chaudières avec des hottes en planches terminées par des cheminées assez hautes, pour disséminer ces émanations dans un grand volume d'air avant qu'elles puissent parvenir aux habitations voisines.

Quant aux vapeurs et gaz de l'incinération dans les fours, outre ces mêmes matières à odeur désagréable, les émanations aériformes contiennent divers produits pyrogénés (provenant des acétates, lactates, matières azotées grasses, huiles essentielles) plus incommodes encore ; on ne parvient à diminuer beaucoup leurs inconvénients qu'à l'aide d'un foyer supplémentaire à la suite du four, chargé de coke, entretenu bien incandescent, sur lequel passent les gaz et vapeurs en question. Il est clair que, si la combustion de ces divers produits odorants pouvait être entièrement réalisée ainsi, ils se réduiraient en gaz et vapeurs inodores tels que l'acide carbonique, la vapeur d'eau, l'azote, etc. Il n'en est jamais complétement ainsi ; mais, du moins, les inconvénients de ces émanations peuvent être considérablement amoindris.

Inconvénients des liquides résidus des distilleries. — Déjà nous avons appelé plus haut l'attention des fabricants, des agriculteurs et des administrations locales, sur les inconvénients graves que peut offrir pour le voisinage l'évacuation journalière de ces résidus liquides (vinasses et petites eaux des rectifications) : non-seulement ces liquides répandent directement une odeur désagréable, mais encore, s'ils arrivent dans des étangs, mares ou même dans des cours d'eau peu volumineux, ayant peu de vitesse, ils éprouvent, spon-

tanément, des fermentations acides et putrides qui peuvent infecter les eaux dans ces situations, et l'air aux alentours.

Si, d'ailleurs, les terrains sur lesquels de telles eaux séjournent et se putréfient contiennent des sulfates, notamment du sulfate de chaux généralement répandu dans la nature, ce sulfate est réduit, sous l'influence désoxydante des matières organiques en fermentation (1), à l'état de sulfure de calcium, et ce composé, attaqué par les mêmes eaux acides, dégage de l'acide sulfhydrique, gaz des plus infects.

Pour éviter tous les inconvénients, lorsqu'on ne peut utiliser les vinasses, on devrait essayer de les faire servir à des irrigations souterraines, directement, dans les terres abondantes en carbonate de chaux, et après les avoir saturées par la chaux pour les terrains dépourvus de calcaire.

On pratiquerait facilement ces irrigations à l'aide des tubes de drainage disposés en pente légère sous le sol à une profondeur de 45 centimètres. Les tubes, placés bout à bout, pourraient être maintenus à l'aide de manchons embrassant chaque joint. Ce système serait praticable même dans les terrains argileux drainés ; dans ce cas, les drains, à la profondeur de $1^m,10$ à $1^m,25$, enlèveraient l'excès d'eau, après une filtration dans le sol qui aurait laissé la plupart des principes fertilisants (2).

Un des moyens adoptés dans le département du Nord consiste à réunir dans un vaste bassin les vinasses saturées de chaux, puis à envoyer dans les cours d'eau le liquide seulement lorsqu'il s'est éclairci par le repos. Un deuxième bassin semblable s'emplit pendant que dans le premier le liquide dépose.

(1) Voyez le mémoire de M. Chevreul sur les causes d'infection du sol des villes, *Bulletin de la Société impériale et centrale d'agriculture*, année 1853.

(2) On pourrait étendre ces irrigations fécondantes au moyen de pompes foulantes et de tubes en tôle bituminée qui enverraient les liquides de niveau ou remontant une faible pente moyennant une dépense minime de 2 centimes et demi par mètre cube et par kilomètre, suivant l'expérience faite en grand par M. Mary, au dépotoir de la Villette.

MÉLASSES BRUTES DE CANNE A SUCRE.

Le haut prix des alcools depuis quelques années et les changements aux tarifs des douanes ont permis de distiller, en France et dans plusieurs autres contrées d'Europe, les mélasses tirées des colonies, et même de préparer, avec cette matière première, de l'alcool sur les lieux de production.

Les procédés de fabrication, en France et dans toutes les autres localités où l'on peut se procurer de la levûre, sont à peu près les mêmes que ceux en usage pour les mélasses de betterave; la seule différence notable consiste dans la proportion d'acide, qui se trouve naturellement moindre en raison de la moindre alcalinité de ces mélasses qui, parfois même, sont neutres ou légèrement acides. Après avoir vérifié ou effectué la saturation exacte de la mélasse délayée dans l'eau chaude comme nous l'avons ci-dessus indiqué, on ajoute environ 1/2 kilog. d'acide sulfurique étendu de 4 litres d'eau pour 1,000 kilog. de mélasses; on y ajoute la quantité nécessaire d'eau froide pour amener le degré à 8° Baumé, et la température à 26° en hiver et seulement 22° en été. Alors on fait couler tous le liquide dans la cuve de fermentation, et on verse 2 kilog. à 2k,1/2 de levûre en pâte bien délayée dans 4 litres d'eau ou 4 litres de levûre fraîche en bouillie, délayée dans 2 litres d'eau, pour 100 kilog. de mélasse à 40°. La fermentation s'achève ordinairement en quarante-huit heures; on s'en assure par la diminution de la densité qui, de 8°, doit être tombée à 1° environ. On procède à la distillation, qui peut donner environ 76 litres d'alcool à 50° pour 100 kilog. de mélasse de bonne qualité. Le rendement est, d'ailleurs, variable en raison du nombre de cristallisations de sucre que les mélasses ont fournies; tandis, en effet, qu'après avoir cristallisé une seule fois elles contiennent de 72 à 76 centièmes de sucre; elles n'en contiennent guère que 48 à 50 pour 100 lorsqu'elles ont donné trois cristallisations consécutives.

Lorsqu'on est obligé de hâter le terme de la fermentation, on peut employer les moyens que nous avons indiqués plus haut.

FABRICATION DE L'ALCOOL DE MÉLASSE AUX COLONIES.

Le manque de levûre dans les *habitations* coloniales rend la fermentation chanceuse et les rendements faibles; voici comment on effectue cette opération : la mélasse est délayée dans l'eau ordinaire, en quantité suffisante, pour que la dissolution ait la densité que représentent 9° Baumé; on abandonne le liquide aux réactions spontanées, dans des cuves contenant de 60 à 100 hectolitres : la fermentation, lentement développée, se prolonge durant six ou sept jours, et produit rarement, à la distillation, plus de 40 litres d'alcool à 50° pour 100 kilog. de mélasse (1).

Quant à la distillation, elle s'effectue dans les appareils dits continus de Derosne, Dubrunfaut ou Champonnois. On fait cependant encore usage des anciens appareils Argant ou Bérard, décrits plus haut, pour la distillation des mélasses dans les colonies, notamment lorsqu'il s'agit de la fabrication du rhum, qui doit une partie de son arome spécial aux modifications qu'éprouvent certains principes immédiats de la canne à sucre dans le chauffage à feu nu, avec accès sensible d'air atmosphérique durant les deux distillations successives nécessaires pour obtenir le degré alcoolique usuel à

(1) On obtiendrait, sans doute, de meilleurs résultats, si l'on ajoutait un levain de malt et de seigle préparé comme nous l'avons dit plus haut, et si l'on acidifiait légèrement la masse du liquide. Les mélasses de canne ne contenant guère que le quart des sels alcalins qu'on trouve dans la mélasse de betterave, il n'est pas probable qu'on puisse extraire avec profit le salin des vinasses, résidus de la distillation; mais il serait, sans doute, utile de rejeter ces liquides sur les terres, ainsi que les cendres de la bagasse et des feuilles, afin d'éviter l'épuisement du sol en phosphates, sels calcaires, alcalins et matières azotées, épuisement qui se manifeste par suite d'une culture prolongée sans engrais.

l'aide de ces anciens appareils; dans toute autre circonstance, les appareils perfectionnés offrent aux colonies, pour la fabrication de l'alcool, les mêmes avantages qu'en Europe.

FABRICATION DU RHUM.

Il arrive souvent que l'on active la fermentation en même temps que l'on améliore la qualité du produit en ajoutant à la dissolution de la mélasse du jus obtenu, à l'aide de la pression, des cannes plus ou moins altérées ou entamées sur pied par la dent des rats.

Cette addition de vesou, étendue à 8 ou 9°, communique aux produits de la distillation une partie des principes aromatiques de la canne, plus ou moins modifiés, et qui concourent avec avantage à former le *bouquet* du rhum. Dans ce dernier cas, ordinairement, on prépare la dissolution sucrée en délayant la mélasse avec le double de son volume de vinasse d'une opération précédente; il en résulte dans le liquide une réaction acide, légère, favorable à la fermentation.

ALCOOL DES TIGES SUCRÉES DE CANNES, DE MAÏS ET DE SORGHO.

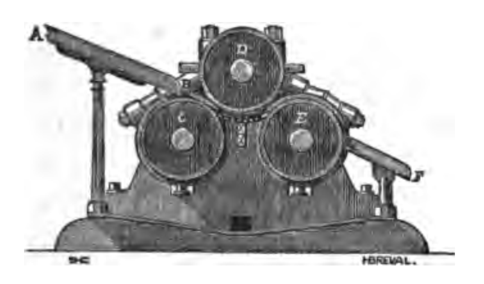
Nous avons vu plus haut que le jus des cannes accidentellement brisées, attaquées par la dent des rats ou détériorées de toute autre manière, qui, par suite de ces altérations, contient du ferment développé et du sucre incristallisable, ce jus, dont on obtiendrait difficilement du sucre cristallisé, peut être ajouté à la dissolution de mélasse, puis soumis avec elle à la fermentation alcoolique et à la distillation; on peut, parfois aussi, extraire le jus des cannes récoltées en bon état, en vue de transformer le sucre qu'il renferme en alcool, lorsque les cours commerciaux rendent cette opération profitable.

En tout cas, l'extraction du jus des cannes s'exécute au

moyen d'une presse à cylindres en fonte, également applicable à l'extraction du jus de quelques autres tiges sucrées. Cette presse se compose d'un fort bâti en fonte, dans lequel sont disposés horizontalement trois cylindres en fonte C, D, E, ayant de 0^{m},66 à 0^{m},90 de diamètre et 1 mètre à 1^{m},50 de longueur. Les axes très-solides en fer de ces cylindres sont portés sur des coussinets fixes, quant au cylindre supérieur D, mais mobiles, suivant le rayon de celui-ci, pour les deux autres C, E, en sorte que ces deux cylindres puissent être, à volonté, plus ou moins rapprochés du troisième.

Les tiges des cannes à sucre ou autres, débarrassées de leurs feuilles et de l'extrémité supérieure effilée qui contient peu de sucre, coupées en deux et en biseau ou bec de flûte,

Fig. 33.



sont amenées par un tablier sans fin et rangées parallèlement rapprochées les unes des autres sur le plan incliné en fonte A B. Elles s'engagent entre les cylindres C et D, qui, tournant en sens contraire, les attirent, et par la pression qu'ils exercent en raison du peu d'intervalle entre eux, écrasent ces tiges et en expriment le jus; une plaque en tôle forte, courbée et percée de trous, est maintenue entre les trois cylindres : les tiges écrasées sont dirigées, par cette plaque, entre le cylindre supérieur D et le troisième cylindre E. L'intervalle entre ceux-ci étant moindre encore qu'entre les deux premiers, une nouvelle et forte pression

s'exerce sur les cannes, qui sortent au delà des cylindres et tombent sur la plaque en pente F, tandis que le jus, extrait par les deux pressions successives, s'écoule sur le double plan incliné au-dessous des trois cylindres, et se rend, par un caniveau, dans le réservoir spécial.

Le jus, obtenu au moyen de la presse que nous venons de décrire, est d'autant plus riche en sucre, que la canne est d'une meilleure variété; que, d'ailleurs, elle approche davantage du terme de maturité. Sur 90 centièmes en moyenne que la canne en contient, représentant 18 de sucre, on ne retire, par une seule pression, que 60 à 70 environ, et l'on n'a pu en obtenir au delà de 70 à 75 par une pression double, suffisamment ralentie et graduée (voyez, p. 70, la composition de la canne à sucre). Aux colonies, le jus des cannes a une densité de 9 à 10 ou 11° Baumé; il convient de l'étendre à 7 ou 8° avec de l'eau, ou mieux de la vinasse d'une précédente opération. Dans la canne à sucre un ferment alcoogène est prêt à se développer dès que le jus a le contact de l'air; toutefois la fermentation est bien plus active lorsqu'on peut y ajouter quelques millièmes de levûre. A défaut de cette substance, il serait utile d'ajouter, pour 1,000 kilog. de jus, le produit de 3 ou 4 kilog. de farine de seigle et malt macérés préalablement dans 12 à 15 lit. d'eau chauffée à 75°.

L'extraction du jus que l'on doit faire fermenter peut être rendue plus économique en traitant la bagasse (cannes pressées) par une lixiviation à l'eau, comme dans l'appareil macérateur des betteraves; ce résidu de l'expression retenant environ les 33 centièmes du sucre contenu dans la canne, il n'est pas difficile d'en obtenir ainsi une solution sucrée marquant 7 à 8° Baumé, que l'on traite comme le jus obtenu des presses. On comprend que ce lessivage méthodique de la bagasse peut être économique seulement dans les habitations où le combustible ne manque pas ou n'oblige pas à employer, pour chauffer les chaudières, la totalité, parfois encore insuffisante, des cannes pressées. En tout cas, le défaut d'un ferment assez actif n'a guère permis d'obtenir aux

colonies plus de la moitié de l'alcool que représentent les proportions du sucre contenu dans le jus de la canne.

Les procédés d'extraction du jus des cannes peuvent s'appliquer aux tiges du sorgho sucré, dont on a essayé la culture en grand dans le centre et le midi de la France, ainsi qu'en Algérie; toutefois on rencontre une difficulté notable dans la préparation de ces tiges : les feuilles, très-engaînantes, ne peuvent être enlevées sans une dispendieuse main-d'œuvre, et, lorsqu'on les laisse adhérentes à la tige, elles retiennent beaucoup de jus en pure perte.

On a proposé de lever cette difficulté en substituant à la pression, entre des cylindres, le découpage en tranches au coupe-racine, puis un écrasage sous des meules d'une sorte de moulin à cidre; la fermentation s'établit facilement dans la masse : on la peut favoriser par une acidulation légère et l'emploi de 2 ou 3 millièmes de levûre; enfin la distillation se pourrait faire à l'aide de la vapeur introduite dans la chaudière d'un appareil distillatoire, et alors on obtiendrait, sans doute, un résidu applicable à la nourriture des animaux.

On a proposé encore de soumettre à un lessivage méthodique, dans une série de cuviers semblables à l'appareil macérateur des betteraves décrit plus haut, les tiges coupées et écrasées. On pourrait traiter ensuite le jus obtenu ainsi, suivant les méthodes soit de fermentation avec peu de levûre, soit et mieux encore à l'aide des procédés d'acidulation, de mise en levain, de fermentation continue et de distillation ci-dessus indiqués; mais, jusqu'à présent, aucune épreuve assez grande et prolongée n'autorise à croire que le sorgho donnera, sous le rapport des produits de la distillation et de l'alimentation des animaux de la ferme, des résultats comparables à ceux que l'on obtient par le traitement des betteraves ou même des grains, des pommes de terre et des raisins : c'est là un sujet digne d'une étude plus approfondie, surtout dans les localités favorables à la culture du sorgho sucré.

On avait conçu, relativement à l'alcool du sorgho, des espérances évidemment fort exagérées; afin de ramener les idées

sur ce point vers des résultats plus probables, nous rappellerons quelques faits cités par M. Hardy, l'habile directeur des cultures de la pépinière en Algérie, relatifs à l'une des localités les plus favorables à cette culture, et nous essayerons d'en déduire quelques conséquences pratiques.

Le rendement en jus le plus riche aurait lieu dans le mois de novembre; il atteindrait 52 pour 100 des tiges, aurait une densité de 9°,5 Baumé. 1 hectare de terre produirait 83,000 kilog. de ces tiges, 20,000 kilog. de fourrage et 2,500 kilog. de graines, la valeur de ces deux derniers produits n'ayant pas encore été constatée suffisamment. Si nous supposons un rendement en jus de 50 pour 100, et un produit en alcool égal à 8 litres pour 100 kilog. du jus, la production totale s'élèverait à 3,320 lit., ou 33 hectol. 1/5 pour 1 hectare (1); dans ces conditions, la fabrication de l'alcool de sorgho pourrait être avantageuse, si toutes les difficultés signalées plus haut relatives à l'extraction et à la fermentation régulière du jus étaient résolues économiquement.

Tout ce que nous venons de dire de cette plante, cultivée dans le centre et le midi de la France, quant à la production de l'alcool et des fourrages, s'appliquerait aussi bien au maïs; il donnerait de 40 à 45,000 kilog. de tiges dépouillées de leurs feuilles, dont le jus produirait environ 5 pour 100 d'alcool à 90°; si l'on avait récolté ses tiges encore vertes avant la maturité des épis, que l'on aurait même dû supprimer à mesure de leur développement, ainsi que les panicules terminales de sa floraison, afin de concentrer dans la tige la sécrétion sucrée. Les mêmes procédés d'extraction du jus, de fermentation et de distillation ont déjà été expérimentés à son égard, sans permettre encore d'en déduire des conclusions définitives.

Nous devons ajouter que les produits alcooliques obtenus des jus de sorgho, du maïs, des miels ordinaires ainsi que des

(1) D'après les expériences de Vilmorin, le rendement d'un hectare du sorgho sucré, en France, pourrait représenter environ 1,500 à 2,000 litres d'alcool au plus.

mélasses de cannes à sucre ont une odeur plus agréable que les eaux-de-vie de grains, d'asphodèle, de garance, des pommes de terre, de la fécule, des mélasses de betteraves ou du jus de ces dernières. Les différences très-notables, sous ce point de vue, distinctes des variations dues aux produits de certaines fermentations amylique, aldéhylique, butyrique, etc., ne peuvent être attribuées qu'aux sécrétions d'huiles essentielles ou de produits aromatiques propres à ces différentes plantes; elles sont de nature à exercer une influence sensible sur la valeur vénale des flegmes, des eaux-de-vie et alcools de ces origines variées, bien que les procédés, suivis avec un grand soin, de la rectification perfectionnée puissent faire, en grande partie, disparaître ces différences de qualité et de valeur commerciale.

DISTILLATION DES EAUX DE BACS.

Dans les grandes villes où se rencontrent plusieurs raffineries, comme à Paris, Marseille, Nantes, etc., les eaux de lavage des formes et de divers ustensiles (*trempés* ou immergés dans l'eau de réservoirs appelés *bacs*) contiennent assez de sucre pour être avantageusement distillées; des distilleries spéciales reçoivent ces eaux de plusieurs raffineries, qui les vendent à des prix variables suivant leur densité à l'aréomètre Baumé et le cours des alcools.

Ces eaux, marquant de 4 à 6°, sont immédiatement versées dans des cuves d'une contenance de 50 à 65 hectolitres; la température étant au degré convenable, + 19 à 22°, ou amenée à ce terme par le chauffage d'une partie du liquide, on met en levain avec environ 12 kilog. de levûre préalablement délayée, pour 60 hectol. d'eaux à 5° (densité = 1034), et, lorsque la fermentation alcoolique a fait baisser le degré à 0° ou 1/2 degré, on procède à la distillation dans les appareils Derosne ou leurs modifications ci-dessus décrits.

Si l'on admet que ces eaux contiennent par litre 89gr.,96

de sucre, elles devraient, théoriquement, donner 48gr.,4 d'alcool pur.

M. Bobierre, de Nantes, en a obtenu 44 gr.; il présente ainsi le calcul du prix de revient relatif à la matière première.

Dans cette localité, en 1856, on vendait les eaux de bacs au prix de 2 fr. chaque degré, pour une barrique contenant 230 litres; ainsi cette quantité était vendue 8 fr. si le liquide marquait 4°, et 10 fr. s'il marquait 5°.

1 litre donnant 44 gr., la barrique de 230 litres devrait produire 10k,13; et, pour obtenir 80k,21 d'alcool représentant 100 litres à + 15°, il faudrait 7 barriques 925 qui, à 10 fr., coûteraient 79 fr. 25 c.

On voit qu'au cours de 170 fr. les 100 litres en 1855 le prix des eaux de bacs, à 2 fr. le degré Baumé, laissait un grand bénéfice, égal à 60 fr., si on suppose 30 fr. 75 c. de frais de distillation et rectification, tandis qu'au cours actuel de 105 fr. il n'en laisserait plus et occasionnerait même une perte notable, puisque le prix de revient, s'élevant à 79 fr. 25 c. pour la matière première, plus 30 fr. 75 c. pour les frais, ou, en totalité, à 110 fr., serait supérieur de 5 fr. au prix de vente.

Le prix des eaux de bacs doit donc être, comme celui de la mélasse, mis en rapport avec le cours de l'alcool.

ALCOOL DE GARANCE.

Deux produits que l'on prépare en grand pour la teinture, sous les noms de *garancine* et *fleur de garance*, donnent en résidu des eaux de lavage naguère rejetées, mais que l'on utilise maintenant.

Les racines de garance, séchées dans une étuve à courant d'air dont la température est élevée de 40 à 80° centésimaux, sont débarrassées de la terre et de leur épiderme sous des meules en bois, puis moulues dans un moulin à deux meules verticales en grès très-dur, ayant environ 1m,50 de diamètre et 33 centim. d'épaisseur, tournant sur une meule horizontale

de même diamètre. Le blutage donne ensuite des grabeaux à remoudre en poudre fine qui, lavée à l'eau dans des filtres, égouttée dans des sacs en laine, pressée et séchée, est dite *fleur de garance.*

La première poudre, tamisée au blutoir, est mise en macération pendant six heures avec de l'acide sulfurique, 0,66 de son poids étendu de 2 volumes d'eau, puis également lavée dans des filtres évasés en maçonnerie, recouverts de briques vernissées, ayant 2^{m},20 en carré et 1 mètre de profondeur.

Ce sont les eaux de lavage de la fleur de garance, réunies aux eaux de lavage acides de la garancine, que l'on fait fermenter comme les eaux de bacs, mais souvent sans addition de levûre. On distille dans les appareils usuels, et le produit rectifié constitue l'alcool de garance, qu'il est très-difficile d'obtenir exempt d'odeur désagréable.

FERMENTATION ET DISTILLATION DES MIELS ET EAUX DE LAVAGE DE LA CIRE.

Ce n'est guère que dans les circonstances exceptionnelles de cherté de l'alcool qu'on livre les miels communs à la distillation. Cette matière, composée de sucre liquide et glucose, retenant un peu de matière cireuse en dissolution, ne fermente pas facilement; aussi doit-on la délayer à l'eau chaude d'abord, puis l'étendre d'eau froide, de façon à porter la température du mélange à 24 ou 28°, suivant la saison chaude ou froide, et abaisser la densité à 8° Baumé; on y verse 1 kilog. à 1^{k},500 d'acide sulfurique, préalablement étendu dans 5 ou 8 lit. d'eau pour 1,000 kilog. du miel dissous préalablement dans environ 60 hectolitres d'eau, et ensuite 2^{k},500 de levûre pour 100 kilog.; il serait, en outre, souvent avantageux d'y ajouter un mélange de 3 kilog. de malt et seigle moulus, préalablement mis en macération dans 12 litres d'eau à la température de + 76°.

Les eaux de lavage des rayons de cire égouttés ou pressés contiennent quelques centièmes de miel; on peut les utiliser

de même que les eaux de bacs, pour la fabrication de l'alcool. Lorsque ces eaux trop faibles ne marquent, par exemple, que 2 ou 3°, on peut souvent, avec profit, compléter la densité plus convenable de 7 à 8° Baumé, en y faisant dissoudre une quantité suffisante de la matière sucrée (miel, mélasse, sirop de fécule) que l'on aurait à sa disposition. On suit, d'ailleurs, pour déterminer la fermentation alcoolique, le même procédé que pour le miel.

FERMENTATION ET EXTRACTION DE L'ALCOOL DES GRAINS.

Nous avons décrit plus haut, page 73, les espèces et variétés de céréales plus ou moins économiquement applicables à la production de l'alcool, leur composition immédiate, page 85, les procédés relatifs à leur germination et à leur saccharification, soit par la diastase, soit par l'acide sulfurique, pages 112 à 119 et 99. Il nous reste à dire comment on parvient à transformer la glucose contenue dans ces matières premières en alcool, comment on en extrait ce produit par une distillation appropriée à l'usage que l'on veut faire des résidus.

Les produits des céréales saccharifiées se présentent, soit sous la forme liquide lorsqu'on en a séparé, par filtration et lavages, les solutions sucrées, soit sous la forme pâteuse demi fluide lorsqu'on a voulu livrer à la fermentation et à la distillation le mélange des farines de l'eau et des produits de la réaction sans en rien séparer. Nous examinerons successivement le traitement des matières sous ces deux formes.

Les moûts étant obtenus à 7° ou 8° Baumé (et refroidis à 22° ou 23°, ou seulement à 25° en hiver comme nous l'avons dit), soit avec l'orge germée, broyée seule (1), soit

(1) Afin de rendre plus facile la filtration des moûts dans ces mélanges, on se borne à concasser l'orge germée entre des meules assez écartées, ou à l'écraser entre des cylindres en fonte, et après l'avoir humectée extérieurement avec 3 à 4 centièmes d'eau, de façon à rendre plus souples et ménager, dans le broyage, les enveloppes corticales (épicarpe et péricarpe) du

avec les mélanges de 15 à 34 d'orge germée en poudre (malt) pour 100 de farines d'orge, de seigle ou de riz ; on doit alors soumettre ces liquides sucrés à la fermentation dans de grandes cuves closes par un couvercle muni d'un trou d'homme et d'un obturateur que l'on ouvre à volonté. Ces cuves, rangées au nombre de cinq ou six de chaque côté de l'atelier à fermentation, ont des dimensions variables suivant l'importance des distilleries en moyenne, de 3 mètres et demi de diamètre et 4 mètres de hauteur ; elles peuvent contenir 35,000 litres en réservant l'espace nécessaire pour le boursouflement ou la mousse que l'on fait baisser, d'ailleurs, pendant la fermentation active, à l'aide de l'eau de savon projetée à la superficie. La température de l'atelier doit être maintenue à peu près constante de 18 à 20° centésimaux autant que possible en été, et de 22 à 24° en hiver, pour balancer les causes extérieures de refroidissement et tout en assurant une ventilation suffisante : on doit renouveler l'air de l'atelier au point d'éviter les dangers d'asphyxie qui pourraient naître de l'accumulation de l'acide carbonique.

On verse pour la mise en levain 5 à 6 litres de levûre liquide pour 1,000 litres de moût, ou 2,5 à 3 kilogrammes de levûre pressée pour 100 kilogrammes de farine employée; la fermentation se développe en quelques heures, très-lentement d'abord, puis elle devient par degrés plus active ; ses progrès sont parfois trop rapides au bout de trente à trente-six heures, car alors la température du liquide peut s'élever jusqu'à 30°, même au delà, et, pour peu qu'on néglige l'opération ou qu'on laisse d'accès à l'air, il arrive qu'à cette

grain, qui, en s'interposant dans les farines d'orge ou de seigle *crues*, les rendent plus perméables. On emploie dans les mêmes vues l'avoine germée écrasée, qui, par ses enveloppes multiples, allége plus encore toute la masse. L'avoine ajoute, d'ailleurs, son arome particulier, qui rend plus agréables au goût quelques bières spéciales et certaines eaux-de-vie de grains. Les parties corticales de l'orge germée concourent énergiquement à la saccharification de l'amidon par la diastase, qui s'y est accumulée en vertu de sa solubilité, durant les opérations dans le germoir et sur la touraille.

température la fermentation acétique ou la conversion de l'alcool en acide se manifeste. En vue d'éviter ce fâcheux résultat, on peut abaisser la température du liquide en faisant circuler un courant d'eau froide (à 12 ou 15° centésimaux) dans un gros serpentin métallique contourné en hélice autour des parois intérieures; ce serpentin, dans les distilleries qui en sont pourvues, sert à réchauffer la masse en fermentation, lorsque quelque cause accidentelle (par exemple, certaines altérations de la levûre ou des moûts) ralentit le mouvement et laisse trop abaisser la température; on doit, en tout cas, se prémunir contre une des causes les plus ordinaires des mauvaises fermentations en s'assurant d'avance de la bonne qualité de la levûre, soit par suite des stipulations avec les brasseurs ou les marchands spéciaux, soit à l'aide d'un essai en petit de fermentation dans des conditions bien déterminées.

Il est très-probable qu'on régulariserait mieux encore les fermentations dans ces moûts et d'une manière générale dans tous les liquides sucrés, tout en économisant beaucoup la levûre et diminuant la dépense du matériel et la durée des fermentations, si, au lieu d'abaisser ou d'élever la température par l'intermédiaire des serpentins, on supprimait ceux-ci et l'on régularisait tout simplement la fermentation et, par conséquent, la température en appliquant à tous ces liquides sucrés la méthode des coupages ou de la fermentation continue spéciale si heureusement employée par M. Champonnois pour le traitement des betteraves macérées à la vinasse (voy. plus haut ce chapitre).

Lorsqu'au bout de cinq ou six jours la fermentation est à son terme, que la densité du moût s'est abaissée à 1° ou 1/2° Baumé et que le mouvement cesse, il est souvent utile d'attendre vingt-quatre heures de plus avant de distiller, pourvu que la cuve soit bien close, car durant cet intervalle de temps une fermentation presque insensible a lieu et continue la transformation des matières sucrées en alcool.

Les moûts fermentés sont soumis, d'ailleurs, à la distilla-

tion dans les appareils continus que nous avons décrits et qui sont dessinés, planches 5, 7, 8, 9, 15 et 16.

GRANDES DISTILLERIES ANGLAISES (1).

Dans les grandes distilleries de céréales à moûts clairs ou liquides, on emploie, en Angleterre et en Irlande, des appareils construits à très-peu près sur les mêmes principes; mais on a dû apporter à leur construction certaines modifications faciles à comprendre en raison des dimensions colossales de ces appareils : chacune des deux *colonnes* de l'un de ceux que j'ai visités à Belfast, ayant la forme d'un parallélipipède rectangle, offrait une section de 2 mètres sur 5 ou de 10 mètres carrés et une hauteur de 15 mètres représentant 150 mètres cubes et l'ensemble des deux *colonnes* 300 mètres cubes.

Chaque colonne est construite en forts madriers en bois maintenus par une très-solide armature extérieure; ce sont des tirants en fer serrant en tous sens les madriers.

Afin de donner une idée plus complète de ces immenses appareils, je reproduirai ici les détails de construction ainsi que les renseignements exacts sur les rendements, que je dus à l'extrême obligeance de M. Levat, ingénieur de l'école centrale, lors de son retour d'Angleterre.

L'appareil examiné par cet habile ingénieur comprenait 1° un générateur servant, en outre, à fournir la vapeur pour le chauffage et la force mécanique des autres appareils, ustensiles et machines; 2° une *colonne* distillatoire ayant une section de 4 mètres sur 1m,50 ou égale à 6 mètres carrés et 13 mètres de hauteur; 3° une deuxième *colonne* chauffe-

(1) La production de l'alcool dans la Grande-Bretagne est telle, d'après le Dr Ure, que les quantités des alcools distillés en 1850, soumises aux droits, se sont élevées à 22 962,000 gallons, qui ont été imposés à 5,909,380 livres st., ce qui représente 1,042,475 hectolitres, pour lesquels les distillateurs ont payé à l'État 147,734,500 fr. La moyenne des deux années précédentes diffère très-peu de ces résultats; ces quantités équivalent à peu près à 50 pour 100 au delà de ce que l'on obtient, année moyenne, d'alcool en France.

vin et analyseur de hauteur égale; 4° un réfrigérant tubulaire analogue à une chaudière de locomotive et dont les tubes nombreux ont 3 centimètres de diamètre.

La colonne distillatoire était garnie de 38 plaques en cuivre percées de trous, fixées horizontalement à 32 centimètres les unes des autres; chaque plaque, plus courte de 5 ou 6 centimètres que le grand côté du rectangle (ou ayant 3m,95 sur 1m,50), laissait alternativement à l'un des deux bouts un intervalle libre, en sorte que le vin (moût fermenté) tombant en pluie par les trous, s'il était en excès, eût aussi un écoulement en zigzag d'une plaque à l'autre (1), tandis que la vapeur, barbotant dans la vinasse, arrivée au bas de la colonne, fût obligée, en montant, de suivre également en zigzag une direction alternativement verticale et horizontale inverse de la direction du liquide.

La vapeur, arrivée au haut de la colonne, y trouve une issue par un tube recourbé qui la mène au bas du chauffe-vin; elle parcourt celui-ci de bas en haut pour se rendre dans le réfrigérant tubulaire; elle sort de ce réfrigérant condensée en alcool dont on règle le titre à 58° centésimaux (London proof). Quant à la portion de vapeur condensée dans la colonne chauffe-vin, le liquide (flegme) est repris au bas de cette colonne par une petite pompe qui le remonte continuellement sur le plateau supérieur de la première colonne.

Ce chauffe-vin, ou la deuxième colonne de 13 mètres de haut, contient un serpentin formé de tubes horizontaux dans un même plan vertical, ayant 14 centimètres de diamètre et 4 mètres de long; l'un des bouts de tous ces tubes est adapté à la paroi verticale du chauffe-vin qu'il traverse, afin que vers ce bout, tous les coudes restant au dehors, on puisse, en les démontant, nettoyer les tubes du serpentin.

(1) Un trou d'homme, pour faciliter les nettoyages, était pratiqué dans la paroi entre deux plaques, en sorte que trente-huit de ces trous correspondaient aux trente-huit intervalles entre les plaques.

C'est par le bont supérieur que ce serpentin reçoit le vin (liquide à distiller). Ce vin descend et circule dans les tubes du serpentin en s'échauffant par degré et prenant la chaleur que la vapeur abandonne à mesure qu'elle monte, se condense partiellement et devient plus alcoolique; arrivé au bas du chauffe-vin, le liquide remonte, en vertu de la pression du réservoir supérieur, par un tube en S de même diamètre (14 centimètres) adapté au dernier tube inférieur du serpentin; il est dirigé sur le plateau supérieur de la première colonne, là il s'écoule en cascades de plateau en plateau en échangeant la vapeur alcoolique qui se forme, avec la vapeur aqueuse qui se condense, perdant enfin tout son alcool, lorsqu'au bas de la colonne il reçoit, par un tube horizontal percé de trous, les jets de vapeur aqueuse venant du générateur. Constituant alors la vinasse épuisée, il est rejeté, par un tube en siphon renversé, hors de l'usine.

Voici les principales données numériques relatives à cette grande distillation anglaise et aux opérations qui la précèdent (à Londres, chez M. Smith).

La matière première se compose de

Malt pâle (orge soigneusement germée).	10	100
Orge d'hiver crue (c'est-à-dire réduite en farine à l'état normal).	80	
Avoine également moulue.	10	

Ce mélange est brassé dans la cuve mécanique (mash-ton) comme nous l'avons expliqué plus haut, avec une quantité d'eau telle, qu'en somme le moût fermenté devra contenir 10 centièmes d'alcool à 58° centésimaux. Les moûts soutirés de la cuve sont refroidis, soit en les étendant en couches de 10 centimètres sur de vastes bacs ou bassins plats en tôle, soit en circulant dans les tubes en cuivre de réfrigérants à courant d'eau froide. Ces derniers offrent l'avantage, ainsi que nous l'avons expliqué déjà, d'éviter les altérations que le contact de l'air parfois occasionne et de faire profiter de la chaleur échangée, puisque l'eau sortant très-chaude peut

être, en vertu même de la pression du réservoir supérieur, écoulée directement dans la chaudière qui alimente la cuve à brasser.

La température du moût étant ainsi abaissée au degré convenable 20 ou 24°, on en remplit les grandes cuves à fermentation. La contenance de chacune d'elles est égale à 180,000 litres. On n'en récolte pas la levûre, la législation s'opposant à toute extraction de matière contenue dans les cuves pendant la fermentation. D'ailleurs, on se procure à bon marché la levûre provenant des bières brunes, qui ne peut, en raison de sa nuance foncée, convenir aux boulangers. Elle se vend, pressée, de 1 fr. 20 c. à 1 fr. 50 c. le kilogramme (1); la fermentation dure de six à sept jours.

L'appareil distillatoire anglais, que nous avons décrit ci-dessus, reçoit, par heure, 5,000 gallons (22,700 litres) de liquide vineux donnant 500 gallons (2,270 litres) d'esprit *London proof*, ou, par vingt heures, accidents et nettoyages déduits, au moins 10,000 gallons, ou 45,400 litres d'alcool à 58°.

Cette énorme production est économiquement obtenue quant aux frais de matériel, car l'appareil distillatoire qui la fournit ne coûte que 95,000 francs. Cette dépense de premier établissement représente le tiers ou le quart de ce que coûterait un de nos appareils en cuivre ou en fonte pour une égale production.

Le rendement, en alcool, des matières premières employées se calcule à raison de 20 gallons d'esprit à 58° par quarter du mélange, ce qui correspond à 29l,5 d'alcool à 95° pour 100 kilogrammes des substances farineuses. On a remarqué que l'orge moulue permet la filtration des moûts, que l'avoine la favorise beaucoup, tandis que la farine de seigle l'entrave et oblige à opérer par décantation (2).

(1) On emploie, en quelques circonstances, un mélange de cette levûre avec la levûre plus active de bière blanche d'Écosse.

(2) Autrefois les règlements de l'accise en Angleterre obligeaient à macérer les grains à un haut degré et à employer 3 septièmes de malt pour

Les résidus de cette distillerie ont sensiblement la même valeur pour la nourriture des vaches, bœufs et moutons que la drèche des brasseurs; car ceux-ci obtiennent de leur orge germée, parfois mélangée d'orge crue et d'avoine, des trempes analogues aux moûts clairs de la distillerie que nous venons de décrire (1).

Suivant cette méthode favorable à la régularité des opérations et que l'on régulariserait mieux encore en y appliquant la fermentation continue, on laisse perdre les vinasses, tandis que la plus grande partie de celles-ci se trouvent utilisées pour la nourriture des animaux, lorsque l'on adopte le système, généralement suivi en Belgique, de la distillation des grains sous forme *de matières pâteuses.*

DISTILLATION DES MATIÈRES PATEUSES.

Voici comment, d'après les renseignements pris par M. Levat, on opère en Belgique, où cette distillation est généralement pratiquée, sauf les cas de disette ou de grande cherté du froment.

Les grains moulus sont macérés, c'est-à-dire saccharifiés par la diastase que contient le malt, comme nous l'avons expliqué plus haut pages 116 à 119, soit dans la cuve même où la fermentation doit s'accomplir, et alors toute l'opération dite brassage s'effectue à bras d'homme soit dans une cuve mécanique à double fond, et, dans ce cas, le brassage a lieu mécaniquement à l'aide de la machine que nous avons décrite. On fait arriver sous le double fond l'eau à 80° en quantité triple du poids du mélange farineux.

Après deux heures de réaction spontanée, on soutire le

4 septièmes d'orge crue; depuis que l'accise a permis de macérer à bas degrés et de réduire le malt à un dixième du mélange total, la quantité d'alcool obtenue a augmenté jusqu'à compléter 20 gallons pour 1 quarter de grain.

(1) Ces résidus se trouvant dépouillés de sels solubles, il est utile d'ajouter du sel aux rations données aux animaux, 50 à 60 grammes par tête de gros bétail, et 10 à 15 grammes par tête de la race ovine.

liquide sucré sous le faux fond et on le remplace par de l'eau froide, puis on fait passer le tout, à l'aide de puisoirs et de caniveaux, dans la cuve à fermentation. Là on étend le mélange avec le liquide, dit clair de vinasse, décanté sur le dépôt du résidu d'une précédente distillation, on ajoute une quantité telle de ce liquide refroidi que la matière farineuse soit en contact avec sept fois et demie à huit fois son poids de liquide total, ou qu'il se trouve dans la cuve 12 kilog. en été et 14 kilogrammes en hiver de farine par hectolitre de mélange pâteux plus ou moins fluide.

En été on met en levain à une température aussi basse que possible, en hiver à 25° environ; on ajoute 4 kilogrammes de levûre pressée, préalablement bien délayée dans chaque cuve de fermentation contenant 22 hectolitres.

La fermentation, favorisée par le maintien d'une température régulière, ne doit, d'ailleurs, en ce pays, durer que vingt-quatre heures, en raison des règlements administratifs que nous avons cités, à propos de la fermentation des mélasses (1).

La distillation du produit demi-fluide nécessite un appareil spécial, ci-après décrit; on admet qu'une colonne de cet appareil, traitant un volume de matière pâteuse ou dudit mélange, capable de produire 20 hectolitres d'alcool, supposé à 95° en vingt-quatre heures, exige l'emploi d'un générateur ayant une surface de chauffe de 25 mètres carrés.

Rendement des matières premières. — Le mélange que l'on emploie le plus communément en Belgique se compose de 2/3 de seigle et de 1/3 de malt, le tout moulu ensemble,

(1) Ces règlements pourront, sans doute, être modifiés plus tard, si l'on en juge d'après ce qui s'est passé relativement à l'introduction du procédé Champonnois pour la distillation des betteraves en 1856. L'art. 11 de l'ordonnance du 7 août 1856 était ainsi conçu : « Quel que soit le mode d'extraction, le jus de betterave peut être soumis à une fermentation continue; jusqu'ici, ce système de fermentation n'a été suivi que dans la méthode Champonnois. »

La circulaire du 8 août annonça que les dispositions nouvelles ne concernaient pas la distillation directe des cossettes.

100 kilogrammes de cette substance farineuse donnant, en moyenne, l'équivalent de 25 à 26 litres d'alcool à 95°. Lorsque la proportion de seigle est plus forte dans le mélange, le rendement en alcool augmente, mais le goût du produit est moins agréable, surtout lorsque la fermentation a lieu dans la masse pâteuse, contenant les parties corticales.

L'un de ces procédés qui donnent de bons résultats, et qui sont généralement suivis, d'après M. Lacambre, dans les distilleries de la Belgique, où l'on opère dans des cuves de 10 à 30 hectolitres, s'effectue dans les conditions suivantes :

L'orge y est germée complétement avec les soins que l'on apporte pour la fabrication de la bière blanche ; le malt est mélangé dans les proportions de 24 à 30 kilogrammes pour 76 à 70 de seigle (1). Ce mélange est réduit en farine fine, et voici comment on procède à la macération ou saccharification :

Pour une cuve de la contenance moyenne de 20 hectolitres, on verse d'abord 6 hectolitres d'eau à 85° environ, on y ajoute la totalité de la farine, 250 kilogrammes, que l'on fait plonger en la brassant au moyen de fourches dites *fourquets* des brasseurs. Lorsque le mélange est aussi complet que possible, sa température étant abaissée au-dessous de 60°, on y verse, en agitant, 1 hectolitre d'eau bouillante, afin de porter la température du mélange à 68 ou 70°, qui favorise l'action de la diastase ; on maintient cette température autant que possible pendant deux heures en couvrant la cuve ; durant cet intervalle de temps on agite une ou deux fois, afin de remettre en suspension les matières déposées et de faciliter, par le contact du liquide, la dissolution de

(1) Accidentellement, on remplace une partie du seigle par de l'épeautre, de l'orge crue ou du froment, qu'on se procure à bon marché. Lorsqu'on remplace la moitié ou le tiers du seigle par les orges lourdes, notamment celles de Suède et de Norwége, la fermentation est moins active ; mais l'eau-de-vie de ces grains, ou le genièvre qu'on prépare avec elle, est de meilleure qualité, l'huile essentielle du seigle étant alors en plus faible proportion.

l'amidon hydraté. On agite de nouveau au bout de deux heures, afin de déterminer l'abaissement de la température, que l'on complète jusqu'au degré convenable (25 à 26° en été et 28 à 32° en hiver); voyez, page 116, un moyen convenable de régler cette température en ajoutant du clair de vinasse soutiré d'une opération précédente et refroidi (1). Au reste, les proportions convenables dans le mélange sont de 12 kilogrammes de farine par hectolitre de matière fluide contenue dans la cuve. Toutefois, en hiver, la plupart des distillateurs belges portent la dose de matière farineuse jusques à 14 kilogrammes par hectolitre. En tous cas, les proportions de substances sèches et liquides ont dû être calculées d'avance de façon à ce que le mélange à la température convenable ne s'élève, dans la cuve, que jusqu'aux 84 centièmes de sa hauteur, laissant un espace libre de 6 centièmes pour l'accroissement du volume dû à l'interposition des gaz et à la mousse qui en résulte pendant l'acte de la fermentation alcoolique (voyez page 134).

Dès que la cuve est remplie et que le mélange fluide est à la température précitée, on y ajoute 3 à 4 kilogrammes de levûre pressée, que l'on a préalablement divisée, avec un grand soin, à la main, et délayée en bouillie claire dans quatre ou cinq fois son volume d'eau tiède ou de moût. Cette levûre doit être uniformément répartie et bien mélangée dans toute la masse.

La cuve est alors recouverte et le mélange abandonné aux réactions qui ne tardent pas à s'y manifester.

Au bout de douze ou quatorze heures, la fermentation est ordinairement à son maximum; on doit la surveiller à ce moment, car il peut arriver qu'elle soit trop peu ou trop active : dans le premier cas, on agite avec un mouveron, de

(1) On a remarqué que la fermentation était d'autant plus active que la proportion de clair de vinasse était plus forte, jusqu'à former un quart ou un tiers de la masse, ce qui tient aux acides végétaux ; cependant, lorsque l'on met pour la première fois ces opérations en train, on est obligé d'employer de l'eau froide, à défaut de vinasse.

manière à replonger dans le liquide la levûre amenée à la superficie et à relever celle qui se serait déposée au fond de la cuve, et l'on se hâte de recouvrir la cuve. Dans le deuxième cas, on est obligé de refroidir en découvrant la cuve et y projetant un peu d'eau froide à la superficie. Quelques distillateurs se ménagent le moyen d'abaisser ou d'élever la température, suivant que la fermentation est trop active ou trop lente, en disposant autour des parois intérieures de la cuve deux spires d'un gros tube contourné en hélice, dans lequel ils font, à volonté, circuler de l'eau plus chaude ou de l'eau plus froide que le liquide en fermentation.

L'atelier où se trouvent rangées les cuves de fermentation doit, ainsi que déjà nous l'avons dit, être clos et à l'abri des variations brusques de température, quoique suffisamment ventilé, pour éviter que le gaz acide carbonique s'y accumule. On parvient aisément à ce résultat en adaptant à chaque cuve, sur une partie du couvercle qui reste fixe, un large tube en bois qui communique, par l'autre bout, avec un conduit commun à toutes les cuves, régnant autour de l'atelier et débouchant au dehors. Souvent on se contente de laisser au bas de l'atelier plusieurs ouvertures dans la muraille, afin que l'acide carbonique, plus lourd que l'air, puisse s'échapper en grande partie.

Les dosages et degrés de température que nous venons d'indiquer sont observés en vue d'obtenir une fermentation complète en vingt-quatre heures et d'éviter ainsi une surcharge de droits d'après les règlements belges. Cependant il convient de s'assurer que la fermentation alcoolique est à son terme, car la perte d'alcool, si l'on distillait trop tôt, pourrait dépasser la valeur de l'accroissement des droits.

Les signes auxquels on reconnaît la limite utile sont faciles à saisir; ils dépendent de la cessation du développement du gaz acide carbonique : par conséquent alors la mousse s'abaisse, et, si on l'écarte en un point, on peut remarquer qu'il n'arrive plus, à la superficie du liquide, de bulles nombreuses; enfin, en prêtant l'oreille, on n'entend plus ce petil-

lement, ce bruissement léger qu'occasionnent les bulles lorsqu'elles viennent crever à la superficie pendant la durée de la fermentation active.

Lorsque le terme de la fermentation est ainsi constaté, on fait écouler le mélange dans le récipient spécial des cuves, d'où il est puisé pour être élevé dans le chauffe-vin ou dans le réservoir qui alimente l'appareil à distillation pâteuse ci-après décrit.

FERMENTATION AVEC PRODUCTION DE LEVURE.

On doit à M. Lacambre la publication, en France, du procédé hollandais à l'aide duquel on peut obtenir une levûre douce très-estimée, non-seulement en raison de sa qualité comme ferment, mais sans doute aussi parce qu'elle est naturellement exempte de l'odeur assez forte et de l'amertume qui caractérisent la levûre de bière, et qui proviennent des principes immédiats odorants du houblon employé dans les brasseries.

Lorsqu'on veut préparer de la levûre par la méthode hollandaise, on emploie une proportion assez forte d'orge germée, 36 à 40 centièmes du poids total des grains composant le mélange. Dès que ce mélange, réduit en farine, a subi la macération ordinaire ou la saccharification diastasique bien dirigée, rendue plus facile, d'ailleurs, par la forte dose de malt, on abaisse la température du moût pâteux à 22 ou 24°, tout en l'étendant d'eau, jusqu'à ce que son degré aréométrique soit descendu à 5,25 ou 5,50 Baumé; on met en levain comme à l'ordinaire, puis on laisse reposer pendant deux heures afin que les parties solides les plus grossières des farines tombent au fond de la cuve; on décante alors le liquide le plus clair, les 0,6 environ du volume total, que l'on porte, à l'aide d'une pompe, dans un bac plat appelé bac à levûre.

On a ainsi divisé le mélange total en deux parts, l'une liquide, l'autre pâteuse, qui fermentent chacune de leur côté.

Dans le bac à levûre, la fermentation se développe immédiatement, elle continue avec lenteur et régularité; il arrive graduellement à la superficie une sorte d'écume qui s'épaissit, formée de levûre et des corps légers en suspension dans le liquide que les bulles de gaz ont entraînés en montant à la surface. Lorsque l'écume a pris une consistance telle qu'on puisse l'enlever, on la dépose dans des baquets ou cuvettes que l'on transporte aussitôt à un atelier distinct. Là, cette écume ou levûre brute est délayée dans l'eau froide, afin de pouvoir en séparer, à l'aide d'un passage au travers d'un tamis fin, les matières étrangères plus volumineuses.

Le liquide tamisé, tenu en repos pendant douze heures, laisse précipiter la plus grande partie de la levûre en suspension. On décante alors la solution surnageante, que l'on emploie pour mettre en levain le produit d'une autre macération ou saccharification. La levûre, précipitée au fond des cuvettes, est réunie dans des sacs en toile forte et serrée que l'on soumet à une pression graduée, soutenue et très-énergique, afin d'éliminer la plus grande partie de l'eau et de mettre la levûre, restée dans les sacs, sous la forme d'une pâte compacte cassante, dite *levûre pressée.*

Quant à la matière pâteuse formant les 0,4 du mélange primitif, restée, après la décantation, dans la cuve, elle fermente avec une activité croissante pendant vingt-quatre heures, puis ralentie et qui cesse au bout de trente-six à quarante heures. C'est alors que l'on soutire du bac le liquide qui a fourni la levûre, on le fait couler dans la cuve où est restée la matière pâteuse; on mélange ensemble ces parties liquides et pâteuses. La fermentation s'y développe de nouveau, active et continue durant douze ou quatorze heures; elle est alors à son terme, et l'on procède à la distillation dans l'appareil à matières pâteuses, voyez page 345.

DISTILLATION SAXONNE AVEC PRODUCTION DE LEVURE.

La plupart des distillateurs en Saxe et en Allemagne pro-

duisent de la levûre en plus grande quantité que les distillateurs hollandais; leur procédé diffère de celui que nous venons de décrire 1° en ce que leurs cuves sont étagées de façon à verser des unes dans les autres; 2° qu'ils préparent dans chaque opération un levain avec une partie séparée de la masse saccharifiée; 3° enfin qu'ils récoltent la levûre sur la totalité de chaque cuvée entière. Voici, au surplus, comment ils dirigent leurs opérations :

Généralement les grains employés à parties égales sont le malt d'orge, le seigle et le blé moulus ensemble; la cuve de saccharification, placée à l'étage supérieur, reçoit d'abord l'eau chauffée à 80° centésimaux, 3 parties pour 1 de la substance farineuse ; celle-ci est versée graduellement pendant que la machine à *débattre* et brasser ou les ouvriers armés de fourquets effectuent, le plus rapidement et le mieux possible, le mélange avec l'eau. On abandonne alors aux réactions spontanées pendant deux heures et demie en agitant une ou deux minutes à trois ou quatre reprises durant cet intervalle de temps.

C'est alors que la saccharification étant assez avancée, on partage en deux parties le mélange en en faisant écouler d'abord 10 à 12 centièmes dans un bac à bords peu élevés, où le refroidissement jusqu'à 36 ou 38° est rapide à l'aide de l'agitation et par suite de la grande superficie exposée à l'air mis en mouvement par un ventilateur. On met en levain en y ajoutant un tiers de son volume de vinasse froide ou d'eau de lavage de la levûre d'une précédente opération, de façon à diminuer la température jusqu'à 22 ou 25° centésimaux; on y délaye environ 200 grammes de levûre fraîche par hectolitre, puis on abandonne à la fermentation alcoolique, qui, au bout de dix-huit heures, a produit une grande quantité de levûre, la plus grande partie venue en écume épaisse. L'ensemble de cette partie, ainsi mise en fermentation, constitue le levain.

D'un autre côté, le surplus (ou les 90 ou 88 centièmes de la matière saccharifiée) a été, pendant ce temps, écoulé sur

un grand bac ventilé, où le refroidissement a eu lieu jusqu'à 38 ou 40°. C'est alors que l'on verse le liquide refroidi dans les cuves à fermentation, où l'on complète l'abaissement de la température à 14 ou 26°, suivant la saison, avec de l'eau ou de la vinasse froide, puis on y ajoute, en le répartissant sur toute la surface, le levain préparé comme nous venons de le dire, avec 10 à 12 centièmes du premier mélange.

La fermentation s'établit dans ces cuves couvertes, et, au bout de trente-six heures environ, une mousse épaisse ou chapeau, formé de levûre impure, recouvre toute la superficie. On fait plonger cette écume en la délayant dans toutes les parties, on recouvre la cuve et on l'abandonne de nouveau aux réactions spontanées, qui achèvent à peu près les transformations simultanées et successives de l'amidon en dextrine et glucose, puis de celle-ci en acide carbonique et alcool, pendant que les matières amylacées, sucrées, grasses, azotées et salines concourent à la nutrition de la levûre ou de la plante globuleuse microscopique, qui végète et se multiplie amenée, avec d'autres corps menus en suspension, à la surface du liquide.

C'est cette écume épaisse, venue pour la deuxième fois à la superficie de toute la masse en fermentation, qui constitue la levûre brute et que l'on enlève afin de l'épurer et de la mettre sous la forme commerciale.

L'épuration de la levûre brute s'effectue, comme nous l'avons dit précédemment, en la délayant à l'eau froide, la passant au travers d'un tamis fin qui retient les corps étrangers plus volumineux. Le liquide tamisé trouble laisse précipiter les corpuscules arrondis qui constituent la levûre; le dépôt, après la décantation du liquide ou de l'eau de lavage, est réuni dans des sacs soumis à la pression; réduit ainsi en pâte compacte, on peut le livrer directement à la consommation sous forme de boules pesant 500 grammes ou 1 kilog.; la plus grande partie, devant être expédiée à de grandes distances, est enfermée et bien tassée dans des barils intérieurement doublés d'une feuille d'étain, afin d'en exclure soi-

gneusement l'air, et d'éviter ainsi un des principaux agents des fermentations, végétations cryptogamiques et putréfactions, qui altéreraient rapidement ce produit.

Quant à la masse fluide fermentée, dont on a enlevé l'écume épaisse de levûre brute, on la soumet à la distillation dans l'appareil, dit *à matières pâteuses*, qui nous reste à décrire.

On est parvenu à rendre plus faciles, plus promptes et un peu plus économiques de main-d'œuvre les opérations de la saccharification, en remplissant le brassage manuel et les cuves mécaniques usuelles par un appareil proposé et introduit dans plusieurs établissements par M. Lacambre. Il se compose d'une chaudière cylindrique, ouverte sur toute sa longueur et dans le tiers de sa surface supérieure, traversée, suivant son axe horizontal, par un arbre portant des bras armés de chevilles en fer analogues aux bras de la cuve mécanique pages 119 et 120, pl. 4. Le *débattage* et le *brassage* s'y effectuent après avoir versé l'eau (3 ou 4 parties 80° centésimaux pour 1 de farine), en faisant tomber graduellement, par une trémie longitudinale, la farine, pendant que l'arbre tourne et effectue le mélange. Cette chaudière cylindrique est munie d'une deuxième enveloppe qui permet d'introduire à volonté des injections de vapeur entre cette double paroi et de maintenir la température utile. La double enveloppe facilite aussi le refroidissement en y faisant circuler, au lieu de vapeur, de l'eau froide. A cet égard, les réfrigérants tubulaires me sembleraient susceptibles d'un effet plus rapide, plus méthodique et partout plus économique ; il me semble aussi que, dans les grandes distilleries de grains, l'emploi de ces chaudières métalliques à double fond occasionnerait une plus forte dépense de premier établissement que les cuves en usage.

RÉSUMÉ THÉORIQUE DES OPÉRATIONS RELATIVES A LA MACÉRATION OU SACCHARIFICATION ET A LA FERMENTATION DES GRAINS ET DES POMMES DE TERRE.

Après avoir exposé les procédés divers de saccharification et la fermentation des substances amylacées ou féculentes, il ne sera pas inutile de rappeler quels sont les principaux effets obtenus, car on comprendra dès lors comment on pourrait varier encore ces méthodes, tout en réunissant les conditions favorables au succès des opérations.

Nous avons précédemment fait voir comment la germination des *grains*, de l'orge en particulier, développe la diastase, principal agent naturel de la dissolution et de la saccharification des matières amylacées.

Mais, pour que son action saccharifiante s'exerce, il faut réunir les conditions suivantes :

1° Hydratation de l'amidon ou de la fécule avec huit à seize fois son poids d'eau, à l'aide d'une température de 60 à 80°.

2° Cette hydratation préalable étant réalisée, la diastase ou le malt (orge germée en poudre) qui la contient détermine aisément la transformation de l'amidon en substance soluble et sucrée (dextrine et glucose), pourvu que le mélange soit intime et que la température soit comprise entre 60 et 75° pendant deux à quatre heures; lorsque la durée de cette réaction (qui se passe pendant la macération ou la saccharification) est moindre, la transformation en dextrine et en sucre (glucose) est moins complète, mais elle peut continuer, moins facilement, il est vrai, pendant la fermentation.

3° Une des conditions de la transformation rapide en dextrine et glucose, c'est que l'amidon ou la fécule se trouve à l'état libre dans le liquide, car alors ses grains, sous l'influence de la chaleur, se gonflent, acquièrent un volume

plus considérable au point de se toucher tous, même dans seize fois leur poids d'eau.

Ce fort gonflement par l'eau interposée dans toute l'épaisseur des couches concentriques formant chaque granule d'amidon peut avoir lieu jusqu'à ce point si l'on fait usage de fécule extraite des tubercules ou d'amidon tiré des céréales ou autres produits végétaux; lorsqu'on emploie des grains moulus, les mêmes phénomènes se passent, si la farine est très-fine; car, dans ce cas, presque toutes les cellules du périsperme du grain étant déchirées par la meule, l'amidon se répand en liberté dans la solution.

Il n'en est pas de même lorsque la farine est grossière ou que les grains ne sont que concassés en fragments. Dans ce cas, l'amidon renfermé dans des cellules intactes ne peut s'y gonfler au delà de la capacité de chacune des cellules; il est alors protégé par cette enveloppe contre l'action de la diastase; celle-ci en solution, ne pénétrant qu'avec lenteur jusqu'à la masse amylacée, ne peut l'attaquer rapidement en raison du peu d'eau qui gonfle l'amidon et en forme une petite masse compacte : on devrait donc laisser durer plus longtemps la macération des grains concassés que celle des grains ou du malt réduits en farine très-fine et à plus forte raison que l'amidon extrait de ces grains et que la fécule séparée du parenchyme ou tissu celluleux des tubercules. On a remarqué, sous ce rapport, que l'amidon contenu dans les grains germés (malt) est bien plus attaquable, et cependant, lorsque le malt lui-même n'est que concassé, une proportion notable d'amidon échappe à la réaction saccharifiante, si l'on ne réunit toutes les conditions favorables ci-dessus indiquées.

Les difficultés de la pénétration de l'eau ainsi que de la diastase se rencontrent, *à fortiori*, et plus grandes encore, relativement aux pommes de terre; on a cherché quelle pouvait être la cause de ce phénomène, qui paraissait surprenant aux manufacturiers.

L'explication incontestable me semble des plus faciles, si

l'on tient compte de l'état de la fécule après l'action suffisante de la vapeur, du broyage à chaud et du délayage à l'eau. Quelque soin que l'on ait apporté dans ces opérations, la division des tubercules en une sorte de pâte délayée laisse cependant la presque totalité des grains de fécule renfermés dans les cellules séparées les unes des autres, gonflées, mais closes encore et n'offrant pas à la matière amylacée un espace suffisant pour l'absorption du volume d'eau le plus convenable à la dissolution et à la saccharification. Il faut donc, pour attaquer l'espèce d'empois compacte inclus, il faut que l'eau tenant en dissolution la diastase traverse la membrane de chaque cellule et que le produit liquéfié en sorte; or la faible perméabilité de cette enveloppe limitant tous les grains arrondis de la pâte fluide explique parfaitement la lenteur des réactions.

Mais il paraît que la saccharification commencée dans la cuve de macération continue pendant la fermentation alcoolique et alimente cette fermentation.

Toutefois les faits bien constatés prouvent que les transformations en alcool et acide carbonique approchent d'autant plus d'être complètes que la saccharification était plus avancée. Il est donc fort inutile de ménager les conditions favorables, surtout à l'égard des matières premières offrant les obstacles dont nous venons d'expliquer les influences.

APPAREIL DISTILLATOIRE DES MATIÈRES PATEUSES.

L'appareil que nous allons décrire, représenté planche 13, fig. 1, est construit par M. Cail, suivant le système de Ch. Derosne. Semblable aux appareils continus que nous avons décrits précédemment, il en diffère, toutefois, par quelques dispositions indispensables pour faciliter l'écoulement régulier des matières pâteuses ou dont la liquidité incomplète occasionnerait des dépôts et des engorgements en divers points de leur parcours. Un bâti en bois maintient, au fond

du réservoir ou de la cuve contenant la matière à distiller, la pompe spéciale composée d'une sorte de seau en cuivre U, muni, à sa partie inférieure, d'un clapet qui s'ouvre de dehors en dedans. Ce seau mobile s'emplit en descendant, poussé par la tringle en fer à fourchette qui embrasse les deux tourillons latéraux, la tringle mue elle-même à l'aide d'un balancier extérieur X. Le seau étant rempli pousse, en montant par le mouvement contraire du balancier, la matière dans le tube ascendant V R R', muni, au bas, d'un clapet ouvrant aussi de dehors en dedans, qui laisse entrer la matière et l'empêche de sortir. La garniture entre le seau U et le tube V R est formée d'un cuir embouti à frottement doux, qui empêche toute fuite. Lorsque ce cuir est usé, on le remplace par un de ceux que l'on doit avoir de rechange.

Les avantages de cette pompe sont d'être exempte d'un lourd piston, de ne s'engorger ni être arrêtée par les changements de température, de pouvoir élever les matières pâteuses et liquides, chaudes ou froides; c'est une des meilleures pompes dont on puisse faire usage dans les distilleries.

Le tube R R' monte les matières pâteuses fluides dans le récipient R''.

G H, condenseur chauffe-vin vertical servant d'analyseur à l'aide des robinets à retour liquide condensé 1, 2, 3, 4.

D C, colonne de distillation à plateaux superposés, offrant les mêmes dispositions intérieures que les plateaux à capsule renversée des autres colonnes distillatoires, notamment de celle indiquée par une coupe de seize tronçons, B *e f*, fig. 1, pl. 9 et fig. 2 et 3, p. 16.

B, chaudière supérieure chauffée par la vapeur émanée de la chaudière A.

A, chaudière inférieure chauffée par la vapeur d'eau d'un générateur.

E, chaudière du rectificateur.

E'', rectificateur.

S, réfrigérant.

Q′, boîte à soupape au fond du récipient R″ des matières à distiller : c'est en levant cette soupape que l'on envoie les matières dans l'appareil.

Q′ Q, tube faisant communiquer le récipient avec le condenseur chauffe-vin.

e d, tuyau amenant les matières qui débordent du chauffe-vin dans la colonne de distillation C D, sur le plateau supérieur.

D′ D″, tuyau conduisant la vapeur alcoolique et aqueuse de la colonne C D dans la chaudière de rectification E.

F G, tuyau dirigeant la vapeur plus alcoolique du rectificateur E′ au tube intérieur, ponctué, du serpentin condensateur G H.

f g, tube faisant communiquer le bout inférieur du serpentin chauffe-vin avec le serpentin du réfrigérant S.

S′, tuyau amenant l'eau froide au fond du réfrigérant S.

t, tube *trop-plein* évacuant l'eau chaude du réfrigérant.

t′, robinet pour vider le réfrigérant S lorsqu'on arrête la distillation.

u, éprouvette (ordinairement couverte d'une cloche en verre) par laquelle passe l'alcool qui se rend au réservoir et en passant montre son degré.

E″, tube indicateur en verre montrant le niveau du liquide dans la chaudière E : au-dessous et au-dessus de ce tube sont deux robinets, dans la monture en laiton, qui permettent d'interrompre la communication avec l'intérieur de la chaudière et d'éviter des fuites lorsque le tube en verre se casse et qu'on en ajuste un autre.

E‴, robinet de vidange de la chaudière E.

1, 2, 3, 4, robinets de rétrogradation pour les petites eaux (alcool faible) qui correspondent à autant de tours de l'hélice du serpentin G H.

5, robinet servant à faire écouler du liquide condensé dans une ou plusieurs spires du serpentin à vérifier la marche de l'opération.

m m m..., bouchons à vis pour le nettoyage de chacun des plateaux de la colonne D C.

a b, tube en col-de-cygne conduisant la vapeur de la chaudière A dans la chaudière B.

x, tube indicateur en verre du niveau de la chaudière A.

x' x', robinets, dans la monture du tube en verre *x*, qui doivent être fermés lorsque survient un accident (fuite ou fracture du tube en verre).

A', robinet pour mettre, à volonté, en communication la chaudière B (qui alors se vide dans la chaudière A) avec la chaudière A.

B', tube indicateur en verre du niveau du liquide dans la chaudière B. Les montures inférieures et supérieures sont munies de robinets à fermer lorsque le tube en verre vient à se casser.

y, robinet de vidange de la vinasse contenue dans la chaudière A.

z, robinet servant à introduire la vapeur du générateur dans un serpentin de la chaudière A, ou directement dans cette chaudière.

d, robinet servant à éprouver la vapeur de la chaudière A.

v', soupape *reniflard* ouvrant de dehors en dedans pour la rentrée de l'air dans la chaudière; une semblable soupape est adaptée à la chaudière B dans le même but.

P P' P'', arbre horizontal en fer portant deux roues d'engrenage d'angle.

h, manivelle servant à faire tourner l'arbre.

P'', couple de roues d'angle qui transmet le mouvement de l'arbre horizontal à un arbre vertical et à l'agitateur qui remue continuellement la matière à distiller dans le réservoir supérieur R''.

P', couple de roues d'engrenage transmettant le mouvement de rotation de l'arbre P P' à l'arbre vertical M N et à l'agitateur qui le termine au-dessous du serpentin, afin d'empêcher le dépôt des matières pâteuses.

Un massif en brique entoure jusqu'aux deux tiers de leur

hauteur les chaudières A B, pour les garantir du refroidissement.

CONDUITE DE LA DISTILLATION AVEC CET APPAREIL.

Les matières pâteuses-liquides sont élevées par la pompe et le tube R R′ dans la cuve spéciale R″.

Pour introduire et distribuer la matière dans l'appareil, on met en mouvement l'arbre P P″, en tournant la manivelle *h*; et, au moyen des roues d'angle *p*′, *p*⁴, on fait tourner, dans l'intérieur de la cuve R″, un arbre vertical qui porte un agitateur, lequel entretient la matière dans un mouvement continuel, de manière à ce que les produits solides des grains, pommes de terre ou autres soient toujours en suspension dans le liquide. Ce même mouvement ouvre et ferme, à des intervalles déterminés, la soupape qui est au fond de la cuve R″, et distribue la matière pâteuse-liquide dans l'appareil en quantité nécessaire pour son alimentation.

Pour la mise en train, la soupape *a*′ doit être laissée ouverte, de manière à ce que le produit s'écoule par le tuyau Q′ Q et vienne emplir le condenseur chauffe-vin G H. Cette pièce étant pleine, la matière déborde par *d c* et vient se rendre dans la colonne à plateaux D C; la matière descend successivement, de plateau en plateau, au moyen des tuyaux de trop-plein qui se trouvent dans ces plateaux, et arrive dans la chaudière B; de cette chaudière elle passe, au moyen du robinet de communication A′, dans la chaudière A.

On laisse couler de la matière jusqu'à ce que les deux chaudières B et A se trouvent pleines jusqu'aux deux tiers environ de leur hauteur, ce que l'on aperçoit au moyen des deux tubes de niveau B′ et *x*; alors on arrête l'écoulement par la soupape Q′; on ferme le robinet de communication A′, et on commence à chauffer.

Le chauffage se fait directement dans la chaudière E au moyen de la vapeur sortant d'un générateur qui est monté en dehors du local de l'appareil, pour éviter toute chance

d'incendie. La vapeur est amenée par un tube au fond de la chaudière E; là, elle se dégage au milieu de la matière à distiller, l'échauffe d'abord, et ensuite la met en ébullition (1). Une fois cette chaudière en ébullition, la vapeur qui s'en échappe passe par deux cols-de-cygne, dont un seul est représenté en *a b*, et qui la transportent dans le fond de la chaudière supérieure D, de manière à échauffer d'abord le liquide qui y est coutenu et à le mettre ensuite en ébullition.

La vapeur alcoolique provenant de l'ébullition de la chaudière B passe, à son tour, dans les plateaux de la colonne C D, plonge successivement dans chacun de ces plateaux, où se trouve une certaine quantité de matière, à laquelle elle enlève la plus grande portion de son alcool. La vapeur qui a ainsi traversé successivement chacun des plateaux se rend, par le col de-cygne D' D'' dans la chaudière E du rectificateur, passe par ce rectificateur E', et par le col-de-cygne F G se rend dans le serpentin du condenseur chauffe-vin G H ; la vapeur parcourt, en se condensant en partie, toutes les révolutions de ce serpentin, et se rend, par le tube *f g*, dans le serpentin du réfrigérant S; de là elle passe, à l'état d'eau-de-vie, dans l'éprouvette *u*. Quand l'ébullition dans les chaudières A et B se trouve ainsi établie, et que le filet commence à couler en *u*, l'opération se trouve en train : alors commence la marche continue.

En donnant le mouvement à la manivelle *h* de l'arbre P P'', on agite, comme nous l'avons dit, dans la cuve R'', la matière pâteuse-fluide, et on distribue cette matière, par la soupape Q', dans l'appareil, où elle suit la marche que nous avons décrite. Cette distribution devient uniforme et se trouve réglée sur le travail de la distillation.

(1) L'eau de condensation que cette vapeur introduit dans la matière est plus que compensée par le liquide condensé dans le rectificateur et sa chaudière E, que l'on redistille à part; en sorte que la matière, sortant épuisée d'alcool de la chaudière A, n'est pas trop liquide pour être mélangée avec les fourrages secs donnés aux animaux des fermes.

En même temps que la paire de roues P'' donne le mouvement à l'agitateur de R'', la paire de roues P' imprime également un mouvement à l'agitateur dont N N est la tige, et qui a pour but d'entretenir le mélange continuel des matières contenues dans G H ; de sorte que les matières qui débordent par le tuyau *d e* pour se rendre dans la colonne D C sont un mélange, en proportion exacte, des parties liquides et pâteuses qui composent le produit à distiller.

Lorsque la matière contenue dans la chaudière A est épuisée d'alcool, on la vide en tout ou partie par le robinet de vidange *y*, et on y fait arriver alors le contenu de la chaudière supérieure B au moyen du robinet de jonction A', que l'on ouvre pendant le temps nécessaire à cette vidange.

Cette vidange et ce transvasement se font sans arrêter l'opération. L'alimentation continue par Q' ; il faut avoir soin de ne jamais vider complétement les chaudières A et B, afin qu'il y ait toujours de la vapeur produite.

La force dans les produits alcooliques, comme avec les appareils à matière liquide, s'obtient au moyen des robinets de rétrogradation placés au condenseur chauffe-vin G H ; ils sont marqués 1, 2, 3, 4. A mesure que l'on ouvre chacun de ces robinets, on fait retourner dans le rectificateur E' E tous les produits condensés dans les tours supérieurs du serpentin du chauffe-vin, et on ne laisse aller au réfrigérant que le produit condensé dans les tours inférieurs, qui est nécessairement plus riche en alcool : en ouvrant à la fois tous les robinets 1, 2, 3, 4 la rétrogradation est à son maximum, et l'on obtient, par la condensation dans le serpentin réfrigérant, le produit alcoolique le plus riche que l'appareil puisse fournir ; en fermant tous ces robinets on obtient, au contraire, le produit le plus faible. On choisit ordinairement un moyen terme entre ces deux produits, à l'aide de l'ouverture de deux des robinets seulement.

Les produits rétrogradés au moyen des robinets ci-dessus se rendent sur les plateaux du rectificateur E ; c'est dans ces plateaux que les vapeurs arrivant de la colonne de distilla-

tion D C viennent plonger en s'élevant successivement, et qu'elles se chargent de plus en plus d'alcool. Les petites eaux qui s'écoulent des plateaux de E' se rendent dans la chaudière E; lorsqu'elles sont épuisées, on les évacue par le robinet de décharge *m*.

La réfrigération des produits distillés se fait dans le serpentin du vase S', au moyen d'une certaine quantité d'eau froide que l'on amène au fond de ce vase par le tuyau S'. Cette eau froide, que l'on introduit par le fond du vase, s'évacue par le tuyau trop-plein *t*, après avoir absorbé une partie de la chaleur du liquide alcoolique circulant dans l'intérieur du serpentin.

Le produit sortant du serpentin réfrigérant se rend dans l'éprouvette *u*.

Les précautions pour la conduite du feu, pour la mise en train et pour la manœuvre de l'appareil sont les mêmes que celles relatives aux appareils pour les matières liquides.

Les avantages de l'appareil à matières pâteuses sont, comme on le voit, les mêmes que ceux des appareils continus pour les liquides : continuité, condensation au moyen des produits eux-mêmes, par conséquent économie de combustible;

Bon goût et force des produits, puisque le système de rétrogradation est le même et que les opérations ont lieu à la vapeur.

Cet appareil est employé dans de grandes exploitations agricoles, et il répond parfaitement à son but, qui est de fournir de l'alcool vendable, en laissant les résidus propres à la nourriture des bestiaux. Dans plusieurs exploitations rurales, on combine ses effets avec ceux des appareils à distiller les jus liquides fermentés des betteraves, de façon à rendre plus nutritives encore les pulpes imprégnées de vinasse; en mêlant à ces pulpes les résidus de la distillation des grains, ceux-ci les enrichissent, surtout par les substances grasses et salines qu'ils contiennent en plus fortes proportions (voyez page 357).

DISTILLATION DU RIZ SACCHARIFIÉ PAR LA DIASTASE.

Après la description que nous avons donnée des procédés de saccharification du riz (voir page 116), il nous reste bien peu de choses à dire, car la fermentation des matières liquides ou pâteuses provenant des mélanges ordinaires de farine de riz 100 kilog. et malt 25 à 30 kilog. s'effectue dans les mêmes conditions que les opérations similaires relatives aux autres céréales ; nous devons ajouter, toutefois, qu'en admettant le rendement de 33 litres d'alcool rectifié pour 100 kilog. de riz, les frais s'élevant à 32 fr., il ne resterait guère, au cours de 100 fr. les 100 litres, d'autre bénéfice que la valeur des résidus, valeur sensiblement moindre pour la nourriture des animaux que celle des résidus de seigle, d'orge et d'avoine, puisque le riz est, de toutes les céréales, celle qui contient le moins de matières azotées, grasses et salines (voir p. 85). Nous devons dire que, pour faciliter la fermentation, il est utile d'ajouter 1 kilog. d'acide sulfurique pour 1,000 litres de moût; cette légère dose non-seulement favorise la fermentation, mais encore, pendant l'ébullition dans la chaudière distillatoire, elle achève la transformation de l'amidon et de la dextrine en glucose, qui se retrouve prête à subir la fermentation alcoolique, dans une fermentation suivante, où l'on emploie, pour étendre la matière saccharifiée (mélange de riz et de malt macéré à l'eau chaude), une partie de la vinasse refroidie; il en résulte que, cette fois, on doit ajouter à peu près moitié moins d'acide sulfurique, puisque la vinasse introduit naturellement des acides libres dans le moût. Depuis quelques années, M. Lacambre a fait adopter l'emploi de l'acide sulfurique à cette dose légère dans la fermentation des grains (orge, seigle, etc.) par les distillateurs belges, qui en ont observé de bons résultats quant à la qualité nutritive des résidus pour les animaux des fermes (1).

(1) Ces résultats s'accordent avec les faits consignés dans le remar-

DISTILLATION DU MAÏS TRAITÉ PAR LA DIASTASE.

On obtient du maïs, en le traitant comme nous venons de le dire pour le riz, environ 6 ou 8 pour 100 de moins d'alcool, c'est-à-dire seulement 27 ou 25 litres pour 100 kilog. de ce grain ; mais il convient de faire remarquer que le résidu (ainsi qu'on peut s'en assurer en consultant, page 85, le tableau de la composition des céréales) est bien plus riche en matières azotées, salines, et surtout en substances grasses : il est donc beaucoup plus favorable à la nourriture et à l'engraissement du bétail que le résidu provenant du riz.

DISTILLATION DES POMMES DE TERRE SACCHARIFIÉES PAR LA DIASTASE.

Nous avons vu, page 124, comment on prépare les pommes de terre à l'aide de la cuisson des tubercules ou de la pulpe, et comment on saccharifie ensuite, au moyen de l'orge germée contenant de la diastase, la matière pulpeuse dans laquelle les cellules se trouvent disloquées, comme *égrenées*, remplies de fécule gonflée par l'eau chaude.

Dans cette première partie de l'opération, les proportions d'eau et de malt varient suivant les habitudes locales et les nécessités des règlements administratifs. En Angleterre, en France et dans plusieurs autres contrées, où les distillateurs ne sont astreints à aucune limite de temps, on emploie pour 100 de pommes de terre environ 200 d'eau, 5 ou 6 de malt, et l'on fait macérer durant quatre heures, à la température de 60 à 75°, pour obtenir une saccharification aussi complète que possible ; la fermentation s'effectue après avoir refroidi le mélange fluide par l'agitation et l'addition de vinasse décantée refroidie, puis mis en levain avec 4 à 5 de levûre

quable rapport de M. Delafond, à la Société d'agriculture, sur l'alimentation du bétail avec les pulpes acidulées.

pour 1,000 kilog. de tubercules employés. En Hollande, comme en Belgique, la proportion d'eau atteint à peine 130 pour 100 de tubercules, tandis que le malt représente 10 à 11 centièmes, et que la durée de la macération ou saccharification est de trente à quarante-cinq minutes seulement. Quant à la fermentation, on l'active le plus possible en forçant, jusqu'à 10 pour 1,000 de pommes de terre, la dose de levûre ajoutée dans la matière saccharifiée incomplétement et refroidie seulement jusqu'à la température de 30°. Il importe que l'atelier des cuves soit disposé de manière à l'entretenir dans le meilleur état de propreté, ainsi que cela doit être daus tous les systèmes de distillation. On peut recueillir, pour les fermentations suivantes, la levûre venue à la superficie, abondante et de bonne qualité, surtout lorsqu'on a employé une dose un peu forte, 6 à 8, par exemple, d'orge germée pour 100 de tubercules.

La distillation s'effectue dans l'appareil à matière pâteuse que nous venons de décrire, en prenant les mêmes précautions que pour distiller les grains.

VALEUR NUTRITIVE DES RÉSIDUS DE GRAINS ET DES POMMES DE TERRE DISTILLÉS SOUS FORME PATEUSE.

C'est en adoptant cette méthode de distillation qu'on réalise le maximum de matière nutritive propre à l'engraissement et à la production du lait; car, si l'on élimine, comme permet de le faire l'appareil ci-dessus, page 304 et pl. 5, une partie de l'eau condensée dans le vase intermédiaire, on parvient sans peine à faire consommer aux bœufs et aux vaches la totalité du résidu, et alors on comprend que, sauf l'amidon, presque tous les principes immédiats (azotés, gras et salins) se retrouvent dans les résidus. Il est très-facile de s'en rendre compte en prenant pour base la composition normale des matières premières (pommes de terre, page 90, ou céréales, page 85; topinambours, page 91, supposant que les 0,9 des matières amylacées, féculentes ou

sucrées ont disparu à l'état d'alcool, d'aldéhyde, d'acide acétique, etc., tandis que tous les autres principes sont demeurés plus ou moins modifiés dans le résidu.

Il faut tenir compte, en outre, de la température tiède favorable à cette alimentation, de la facile assimilation des matières azotées grasses et salines ainsi présentées et de leur influence fovorable à la qualité digestive des fourrages secs hachés, menue paille, qu'il est toujours bon d'y ajouter. D'après ces considérations, et mieux encore d'après l'expérience en grand, on a été conduit à admettre que le résidu de la distillation pâteuse d'un mélange de seigle ou d'orge présente une valeur nutritive équivalente à 55 ou 60 de ces grains à l'état normal.

Ce sont surtout les bœufs et les vaches, mis à l'engrais dans les étables après le pâturage, qui profitent le plus de cette nourriture, pourvu qu'on la leur distribue toute récente, chaude encore; car, pour peu qu'on veuille la garder, la fermentation lactique ou visqueuse, puis les moisissures s'en emparent, et alors elle devient insalubre (1).

En tous cas, il faut se rappeler que les animaux soumis à ce régime, d'une alimentation tiède très-aqueuse, deviennent beaucoup plus impressionnables aux changements brusques de température, et qu'on doit s'efforcer de les en garantir, tout en satisfaisant aux conditions du renouvellement utile de l'air atmosphérique dans les étables ou bergeries.

Les moutons et les porcs profitent également bien de la nourriture aux résidus de grains; mais ils souffriraient de l'excès d'eau, si l'on ne prenait le soin d'y ajouter des aliments ou fourrages secs, qui puissent absorber une partie de l'eau surabondante.

Dans notre *Précis d'agriculture théorique et pratique* (2) où

(1) On parviendrait, sans doute, à la conserver bien tassée et mise à l'abri de l'air atmosphérique dans des silos recouverts de terre, comme les pulpes de pommes de terre et de betterave; mais il est bien plus avantageux de la mélanger toute chaude avec les fourrages secs menus ou hachés, et de la distribuer immédiatement.

(2) Chez Hachette, 2 vol. in-8°.

nous avons donné, Richard et moi, les équivalents des divers fourrages, sous les rapports des substances grasses, azotées, féculentes et salines, nous avons établi sur ces bases la comparaison entre la substance solide des pommes de terre à l'état normal et le résidu de la distillation en supposant même l'emploi de la plus faible dose de malt, 3 centièmes seulement. Nous citerons ici le passage relatif à cette appréciation : un calcul analogue s'applique aisément à la comparaison entre les divers grains crus et les résidus que leur distillation fournit.

En définitive, après toutes les opérations qui, dans les distilleries de pommes de terre, ont transformé en glucose, puis en alcool et acide carbonique la plus grande partie de la fécule, de l'amidon et de la dextrine, principes immédiats surabondants pour que ces tubercules forment un aliment complet, ce qui reste, en considérant la substance sèche du résidu, à poids égal se trouve naturellement enrichi des principes immédiats azotés, gras et salins qui, eux, n'ont pu subir les mêmes transformations en substances gazeuses ou volatiles.

On peut donc représenter comme il suit la composition de la substance sèche, de la pomme de terre normale et du résidu de la saccharification des mêmes tubercules par l'orge germée.

	COMPOSITION de la MATIÈRE SÈCHE CONTENUE	
	dans la pomme de terre.	dans le résidu.
Cellulose, amidon, dextrine, glucose	85,17	44,55
Substances azotées	10,62	37,45
Matières grasses	0,36	2,16
Phosphates et autres sels	3,85	15,84
	100	100

Cette composition comparative démontre qu'un poids égal de la substance sèche du résidu de la distillation renferme au moins trois fois autant de substances azotées, six fois autant de substances grasses et plus de trois fois autant de substances minérales que les pommes de terre; sous ce rapport, la matière sèche du résidu se rapproche davantage de la composition des céréales, elle est même plus riche. Il n'est donc pas étonnant que l'on parvienne à tirer un meilleur parti de ce résidu que des tubercules eux-mêmes, car il revient à meilleur marché de tout le bénéfice réalisé sur l'alcool, et il constitue un aliment mieux approprié à l'engraissement des animaux.

ACCIDENTS RELATIFS A LA DISTILLATION.

CONDENSATION INCOMPLÈTE; CAUSES D'INCENDIE; DÉFAUT D'ÉPUISEMENT DES VINASSES.

Condensation incomplète. — Lorsque, par diverses causes, la distillation doit s'effectuer sans que les cuvées se soient refroidies, le liquide vineux, assez ordinairement, ne peut abaisser assez la température des vapeurs alcooliques pour effectuer complétement la condensation. Cet inconvénient a lieu seulement lorsque, dans l'appareil distillatoire employé, la condensation se fait exclusivement avec le liquide fermenté.

On améliore évidemment ces appareils en ajoutant un serpentin ou refrigérant supplémentaire à eau à la suite du dernier serpentin ou premier chauffe-vin. On pourrait suppléer à ce réfrigérant additionnel en supprimant la communication entre le serpentin réfrigérant à vin et le chauffe-vin; celui-ci recevrait alors directement le vin à distiller, comme dans l'appareil décrit fig. 1, pl. 7; le dernier

serpentin fonctionne alors exclusivement comme condensateur à eau.

Fuites des appareils. — Des déperditions de liquides ou de vapeurs ont eu lieu, assez souvent, par des fissures occasionnées dans les soudures à l'étain des ajutages adaptés aux serpentins horizontaux. On est parvenu à éviter cet inconvénient en substituant, à ces soudures, des brasures en cuivre, qui sont beaucoup plus résistantes.

Causes d'incendie. — L'inflammabilité de l'alcool et surtout de sa vapeur présente toujours des chances d'incendie naturellement plus graves dans les grandes distilleries, et plus encore dans les grands ateliers de rectification, où se trouvent des masses plus considérables de liquide alcoolique en cours de distillation.

Dans les premiers moments de la distillation, et plus particulièrement encore de la rectification, il se dégage des vapeurs éthérées plus inflammables encore. Des phénomènes analogues se réalisent lorsque l'ébullition, poussée momentanément trop vite, fait dégager un volume de vapeur alcoolique excédant celui que les réfrigérants peuvent condenser. Il peut arriver, d'ailleurs, qu'un vase rempli d'alcool se renverse ou soit accidentellement brisé, qu'alors le liquide répandu exhale des vapeurs abondantes et susceptibles de prendre feu, même à une certaine distance.

On doit donc éviter, avec le plus grand soin, en toute occasion, d'approcher soit une lumière, soit un corps incandescent quelconque des endroits où, par ces différentes causes, la vapeur alcoolique se trouve en proportions telles qu'elle puisse être enflammée.

Les réservoirs, ordinairement en bois doublé de cuivre étamé, où l'on entrepose l'alcool avant de le soutirer en barils, doivent être tenus bien clos à l'aide d'un couvercle serré sur les bords du vase et d'une bande de drap interposée. Ces réservoirs doivent être munis d'un tube d'évent sortant au dehors. — Il faut éviter d'approcher une lumière lorsque le couvercle est soulevé.

On comprend que ces dangers soient considérablement amoindris ou presque nuls lorsque la distillation s'effectue sur des masses peu considérables et de jour seulement, comme cela paraît devoir se faire généralement dans les fermes. Dans les autres occasions, et surtout lorsque l'on doit craindre que les vapeurs de l'alcool, plus lourdes, en effet, que l'air atmosphérique, puissent atteindre un des foyers de l'usine, il est prudent de séparer des ateliers l'endroit où les liquides alcooliques arrivent en quantité considérable et accidentellement encore chauds.

Une simple cloison suffit pour prévenir ces accidents. On fait, parfois, pour plus de garantie, passer le tube sortant du serpentin au travers d'un gros mur auquel est adossé le local où l'alcool s'écoule dans l'éprouvette, puis est dirigé dans le récipient spécial.

C'est encore dans la vue de diminuer l'importance des pertes et des malheurs résultant des incendies que l'on fait ordinairement construire les ateliers et magasins des grandes distilleries en briques et charpentes en fer.

Quant aux magasins d'esprit alcoolique qui pourraient accidentellement contenir de l'air saturé d'alcool, on peut parvenir à éviter les plus fortes chances d'incendie, même lorsqu'on est obligé de pénétrer, à diverses reprises, la nuit, dans ces magasins mal ventilés, en se servant exclusivement, pour s'éclairer, d'une lampe de sûreté semblable à celle dont on fait usage dans les mines. On sait que l'invention de ces lampes est due à Davy, et qu'elles ont été perfectionnées par M. Combes.

Défaut d'épuisement des vinasses. — Cette cause accidentelle de perte d'alcool peut avoir lieu dans tous les systèmes d'appareils ; elle se présente plus particulièrement lorsqu'on fait usage d'appareils distillatoires munis d'une seule chaudière et que les opérations sont conduites trop rapidement relativement à la richesse du liquide vineux.

On diminuerait beaucoup cette chance de déperdition en ajoutant à ces appareils une première chaudière dans laquelle

l'ébullition pourrait avoir lieu, comme dans le système Derosne, pendant une heure, sans que le liquide de la colonne s'y introduisît. La communication étant interceptée pendant cet intervalle de temps, l'opération devient intermittente pour la vinasse, ainsi que nous l'avons fait remarquer, tandis qu'elle reste continue pour l'écoulement du vin.

Présence du cuivre ou du plomb dans les produits. — Il arrive assez ordinairement que les premiers produits de la distillation contiennent de l'oxyde de cuivre provenant des serpentins oxydés, durant l'intervalle entre les distillations, sous l'influence de l'air et de l'alcool partiellement transformé en acide acétique. On doit mettre à part ces produits cuivreux pour les soumettre à une nouvelle distillation ou à la rectification, qui retiendra dans les vinasses ou les petites eaux les substances métalliques.

Quant au plomb oxydé dans les mêmes circonstances, on peut facilement éviter sa présence en s'abstenant de faire usage de ce métal pour former les tubes, récipients ou partie des serpentins dans lesquels coulent les liquides distillés.

On a exprimé la crainte que les sels de cuivre qui peuvent toujours être contenus dans la vinasse ne fussent nuisibles à la santé des animaux des fermes ou de nature à occasionner des effets toxiques. A cet égard, l'expérience déjà faite prouve qu'il n'en est rien, les proportions de sels de cuivre étant trop minimes, sans doute, pour exercer une action sensible.

Dans ce cas, d'ailleurs, on fera bien d'éviter le séjour prolongé des vinasses dans des vases en cuivre, ce qui est très-facile et même économique en substituant, aux réservoirs et chaudières à réchauffer en cuivre, des vases en fonte ou tôle de fer. Ceux-ci pourront bien laisser former des oxydes et sels de fer en très-faibles doses, mais ils n'exerceraient aucune influence fâcheuse. Leur présence pourrait, en certains cas, avoir plutôt une action tonique favorable à la santé des animaux. Dans les mêmes vues d'économie et de salubrité, on pourrait construire en tôle les réservoirs à liquide vineux, ainsi que les vases dits *chauffe-vin*. Il serait également avan-

tageux, surtout aujourd'hui, de substituer au cuivre la tôle de fer dans la construction de l'enveloppe cylindrique du serpentin à eau, comme l'ont fait MM. Cail et comp. pour toutes ces enveloppes.

Il serait, d'ailleurs, facile de garantir contre l'oxydation les surfaces externes des vases en tôles en les recouvrant de deux couches de peinture à l'huile ou de goudron.

RECTIFICATION DE L'ALCOOL.

RECTIFICATION DES EAUX-DE-VIE OU FLEGMES. — EXTRACTION DE L'ALCOOL AMYLIQUE ET DES HUILES ESSENTIELLES.

Dans la rectification des eaux-de-vie ou des flegmes, et suivant que ces liquides plus ou moins riches en alcool proviennent des *vins*, de jus ou de marcs de raisin ou des divers fruits charnus, des mélasses de cannes ou de betteraves, des tubercules ou de la fécule des pommes de terres, de l'asphodèle, des topinambours, des grains (fruits des céréales), des eaux de bacs, de garance, etc., etc., on obtient, durant les phases successives de la rectification, des produits variés : quelques-uns encore incomplétement déterminés, spéciaux à chacune de ces matières premières, la plupart communs à toutes; les plus volatils se dégagent en plus fortes proportions dans les premiers moments de la rectification, les autres accompagnent l'alcool seulement vers la fin, si la distillation est bien ménagée, et c'est alors que l'on doit recueillir à part ces produits, presque tous à odeur désagréable, quelques-uns plus ou moins infects. Voici, sous la pression ordinaire, les températures d'ébullition de ces produits que la rectification tend à séparer de l'alcool, que l'on épure ainsi :

Aldéhyde.	21° centésimaux.
Éther acétique.	74°,5
Alcool..	78°,4
Eau.	100°
Acide acétique (à 1 équiv. d'eau). . .	120°
Alcool amylique.	132°
Acide butyrique hydraté.	164°
Acide lactique.	120 à 250°
Glycérine.	135° + x.
Acide succinique.	180° + x.
— œnanthique.	260 à 295°
Éther œnanthique.	230°

La rectification des liquides alcooliques de diverses provenances a donc pour but d'éliminer, le mieux possible, les produits plus volatils, ainsi que ceux qui sont moins volatils que l'alcool; s'il restait des traces d'éther acétique dont le point d'ébullition est très-rapproché de celui de l'alcool, il n'en résulterait aucun inconvénient, car cet éther composé est doué d'une odeur très-légère et d'ailleurs agréable.

Avant de donner les détails de cette opération, nous croyons devoir décrire l'un des appareils avec lesquels on l'effectue et qui a été construit spécialement, pour cet usage, par M. Dubrunfaut. Nous dirons ensuite comment on pourrait atteindre le même but avec l'un des deux autres appareils que nous avons décrits plus haut.

La fig. 2 de la pl. 7 montre l'appareil distillatoire rectificateur, vu en élévation, avec quelques détails intérieurs indiqués par les lignes ponctuées.

A, chaudière dont la contenance varie de 30 à 50 et même 100 hectolitres, les plus grandes dimensions ayant l'avantage de permettre un meilleur fractionnement des produits et la production d'une quantité relativement plus grande d'alcool fin ou de bon goût; car les premières parties d'une rectification donnent la totalité des produits éthérés ou les plus volatils que renferme la masse mise en ébullition, et, à la fin de l'opération, il reste dans la chaudière toute la série des produits à odeur désagréable, moins volatils que l'alcool:

il n'y a que le milieu de l'opération qui donne le produit d'un goût fin irréprochable, et la proportion recueillie ayant cette qualité est d'autant plus forte et plus facile à fractionner, que la masse du liquide mis en distillation est plus grande.

A cette chaudière sont adaptés un tube *a*, terminé en pomme d'arrosoir, amenant la vapeur d'eau qui donne, à volonté, un chauffage direct (1); un robinet de vidange *a'*; un tube indicateur du niveau *a''*; un tube à robinet *b*, communiquant avec le réservoir de l'alcool, ou *eau-de-vie* à rectifier; un tube à air et prise de vapeur d'essai *a'''*.

Le tube *b'* fait communiquer la partie supérieure de la chaudière avec la colonne B à 15 ou 20 centimètres au-dessus de son fond. Enfin un tube *r s* met en communication le fond de la colonne et le liquide qui s'y condense, avec la chaudière près de son fond.

C'est par le tube *b* que la vapeur, sortant de la chaudière, entre dans la colonne et la traverse pour passer successivement dans les trois serpentins.

La colonne B B' se compose de dix tronçons contenant dix-huit plateaux semblables à ceux que renferme la colonne de l'appareil distillatoire, fig. 2, dont les détails sont dessinés pl. 8.

Du haut de la colonne, un tube B' B'' conduit la vapeur échappée à la condensation des plateaux dans un serpentin C D, où elle se condense en partie; le liquide de la condensation et la vapeur arrivent tous deux, par un tube extérieur D E, dans un petit vase *analyseur* E. La séparation s'effectue dans ce vase : le liquide s'écoule en bas par un

(1) On doit y ajouter un moyen de chauffage indirect en adaptant dans la chaudière un serpentin à vapeur et retour d'eau; on commence l'opération en chauffant par l'intermédiaire de ce serpentin, et on la finit à l'aide du tube barboteur qui fait mieux vaporiser les dernières traces d'alcool, d'alcool amylique et d'huiles essentielles, mais qui, pendant le cours de la rectification, introduirait dans l'alcool les produits à odeur désagréable dont la vapeur d'eau, venant des générateurs, n'est jamais complétement exempte.

tube *ee' e''*, qui, terminé en siphon renversé, le conduit dans le troisième plateau (en descendant, ou à partir du haut de la colonne) ; la vapeur se dégage par le haut du vase E, passe, par le tube recourbé E F F', dans le deuxième serpentin (contenu dans la même enveloppe que le premier) C' D'. Arrivés au bas, les produits liquides et la vapeur entrent dans un deuxième vase analyseur E', d'où le liquide s'écoule par le tube *d d' d''*, qui le conduit dans le premier plateau supérieur de la colonne. Quant à la vapeur non condensée, elle passe par le haut de l'analyseur E' et le tube recourbé GG' G'', pour se rendre dans le serpentin J, qui achève la condensation et dirige le liquide, par un tube *ii'*, dans l'éprouvette à robinet *i'*, qui le verse dans un des réservoirs spéciaux : l'un à l'alcool dit *bon goût* ou *esprit fin*, l'autre à alcool *mauvais goût*.

L'eau qui sert à refroidir et condenser les vapeurs est contenue dans un réservoir supérieur H ; elle s'écoule par un robinet H', que l'on ouvre, à volonté, de l'étage inférieur *o*, pour régler l'opération, comme nous le verrons plus loin. Cette eau s'écoule par le tube H' I dans un entonnoir, et un tube descendant I, I' dans la partie inférieure du réfrigérant J ; du haut de ce réfrigérant clos elle passe, par le tube J'K', dans l'enveloppe des premiers serpentins, dite *chauffe-vin*, pour sortir enfin par le tube *trop-plein* L, qui la conduit vers un réservoir à eau chaude ou au dehors de l'usine (1).

CONDUITE DE LA RECTIFICATION.

On dirige cette opération délicate d'après les principes du fractionnement des produits connus depuis longtemps, mais

(1) Il serait avantageux d'établir un double réfrigérant à eau près du premier J, de manière à diriger par un robinet en G' tout l'alcool mauvais goût dans l'un d'eux, et l'alcool fin dans l'autre ; on éviterait ainsi d'infecter, à chaque opération, une partie notable de ce dernier par les substances à odeurs désagréables adhérentes au serpentin.

formulés, pour la première fois, par Derosne, et appliqués avec un incontestable succès par M. Dubrunfaut.

Voici sur quels faits se fondent les principes du fractionnement des produits alcooliques dans la rectification :

Les *eaux-de-vie* ou alcools faibles, de 19 à 22° Cartier, ou 49 à 59° centésimaux, soumis à une ébullition graduée, laissent dégager, d'abord une vapeur alcoolique, mêlée de produits éthérés plus volatils à odeur forte ; l'alcool, graduellement plus pur et doué d'une odeur plus suave, se dégage ensuite, entraînant des quantités de plus en plus grandes de vapeur d'eau ; il s'y joint, ensuite, des proportions croissantes d'alcool amylique, d'acide butyrique, à odeur désagréable, à saveur âcre, caractérisant les alcools de mauvais goût de provenances diverses ; puis enfin des huiles essentielles spéciales, plus caractéristiques encore, contribuent à produire des aromes variables suivant les origines : agréables dans les alcools des vins blancs, qui fournissent les meilleures eaux-de-vie, et des jus de canne, qui donnent des rhums de bonne qualité ; très-désagréables, au contraire, dans les eaux-de-vie de marcs de raisins, des grains, des pommes de terre, des sirops de fécule obtenus par l'acide sulfurique, des mélasses de betteraves, des betteraves macérées et des jus de betteraves.

La rectification des eaux-de-vie de mauvais goût doit donc avoir pour but et pour résultat de fractionner ces produits de façon à obtenir, à part, l'alcool le plus pur.

Voici comment on peut y parvenir, à l'aide de l'appareil rectificateur dont nous venons de donner la description :

La colonne B B′ étant vide et la chaudière A étant remplie, aux trois quarts, d'eau-de-vie ou de flegme à rectifier, on fait arriver la vapeur d'un générateur par le tube *a*, ou mieux encore dans un tube contourné en serpentin horizontal et à retour d'eau, de manière à déterminer une ébullition ménagée. Les réfrigérants ayant été remplis d'eau, on y fait circuler ce liquide assez activement pour qu'il sorte, presque froid, par le tube *trop-plein* L. En continuant, durant trois heures, à

opérer ainsi, la distillation s'opère *en dedans*, c'est-à-dire que les vapeurs les plus alcooliques émanées de la chaudière, graduellement et presque entièrement condensées dans les dix-huit plateaux de la colonne et dans les serpentins C D et C' D', remplissent d'un liquide alcoolique épuré les vases que forment les plateaux, laissant retourner à la chaudière les liquides plus aqueux et plus chargés de produits (alcool amylique et huiles essentielles) moins volatils que l'alcool pur ; il n'arrive, pendant cet espace de temps, dans l'éprouvette i' que les produits éthérés, à odeur forte, que l'on met à part.

On dit, en langage d'atelier, de cette première partie de la distillation, qu'elle consiste à *faire les plateaux.*

Ce n'est qu'alors, en effet, que la distillation doit commencer à donner ses produits au dehors; on obtient ce résultat en diminuant l'ouverture du robinet H' et la réglant de manière à ce que le courant d'eau qui passe dans les réfrigérants soit assez faible pour laisser la température s'élever, dans le deuxième dit *chauffe-vin* C D, jusqu'à + 50° du thermomètre centigrade.

En maintenant la température à ce terme et modérant, de plus en plus, l'ébullition dans la chaudière A, on reçoit, dans l'éprouvette, des produits alcooliques marquant 39° Cartier ou 94° centésimaux, dont les premières parties, encore infectées de l'odeur éthérée, sont mises à part. On recueille enfin de l'alcool sensiblement exempt de mauvaise odeur, et dont on soutient le plus longtemps possible le degré en ménageant bien la distillation. En général, tant que le degré alcoolique se maintient entre 95° et 90 ou 89°,5 (40 à 36° Cartier), on obtient de l'alcool bon goût (1) ; mais, à 89° et au-dessous, l'alcool, chargé des produits amyliques, passe à la distillation : il faut donc recueillir cet alcool à part jusqu'à 40° ; il peut servir, soit directement, dans différentes

(1) L'odeur de cet alcool peut être encore améliorée en le mettant dans des fûts à 3/6 de Montpellier ou des tonneaux ayant contenu du vin blanc.

opérations industrielles, soit à confectionner des eaux-de-vie communes, dont l'âcreté semble seulement rehausser la force pour certains consommateurs; des liqueurs à aromes prononcés, mais peu délicats, telles que le genièvre commun; soit enfin à être réuni aux eaux-de-vie et petites eaux de mauvais goût, pour lui faire subir une rectification et en extraire l'alcool amylique avec les huiles essentielles.

En continuant l'opération, on met encore à part les eaux-de-vie au-dessous de 49° centésimaux, qui constituent les petites eaux à rectifier à part.

On vide enfin la chaudière, et l'on évacue au dehors le liquide qui ne contient plus de produits alcooliques.

RECTIFICATION DES EAUX-DE-VIE

dites mauvais goût et des petites eaux, extraction des essences (alcool amylique, huiles essentielles, etc.).

Dans les deuxième et troisième rectifications des eaux-de-vie faibles et des petites eaux provenant de la distillation et d'une première rectification des produits des marcs de raisin, pommes de terre, sirops de fécule, mélasses de betteraves, etc., on peut extraire facilement des quantités notables d'alcool amylique plus ou moins infect, susceptible d'être utilisé dans l'éclairage des ateliers : on a donc un double intérêt à épurer les eaux-de-vie de mauvais goût, puisque la valeur de l'alcool épuré ou *affiné* qu'elles donnent est plus grande et que l'alcool amylique extrait ainsi que les essences ont, de leur côté, une valeur notable. Voici comment s'effectue l'opération dans ce cas : on fait barboter fortement la vapeur dans la chaudière, de façon à faire passer à la distillation tout l'alcool, jusqu'aux dernières parties très-chargées des produits infects les moins volatils : sur 10 hectolitres d'eaux qui restent après l'épuisement de l'alcool, on fait encore distiller 2 hectolitres qui emportent la presque totalité

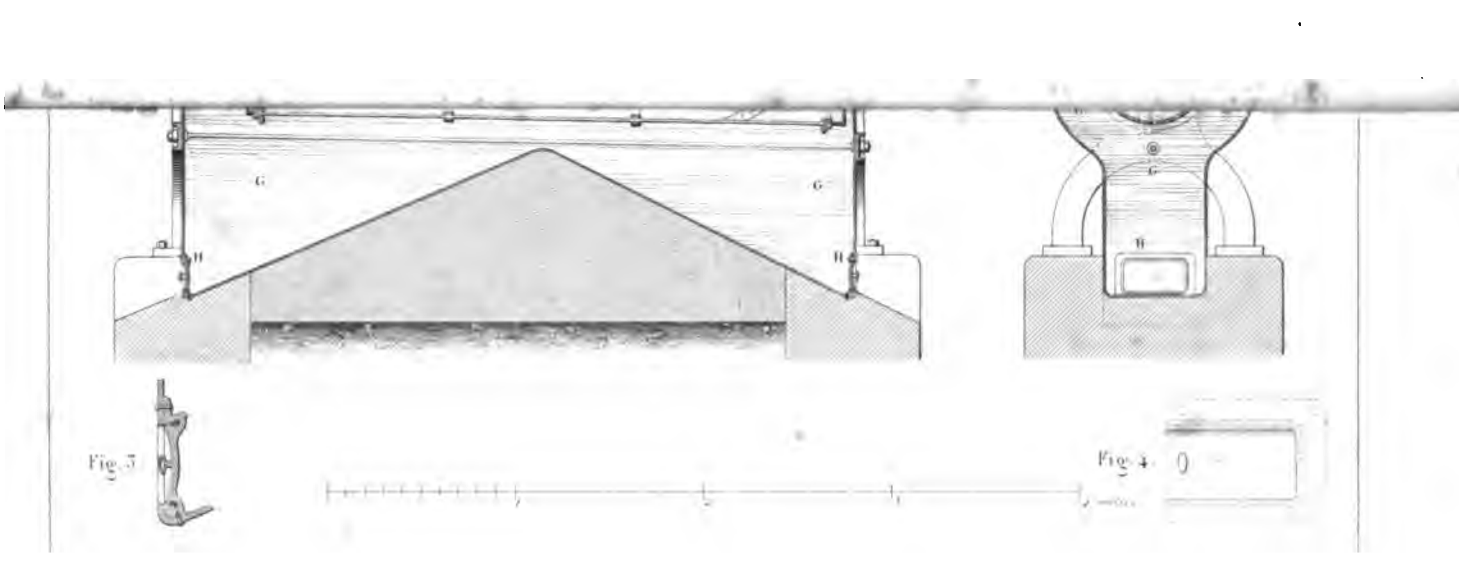

G
G
H
H
G
H
Fig. 5
Fig. 4

Fig. 1.

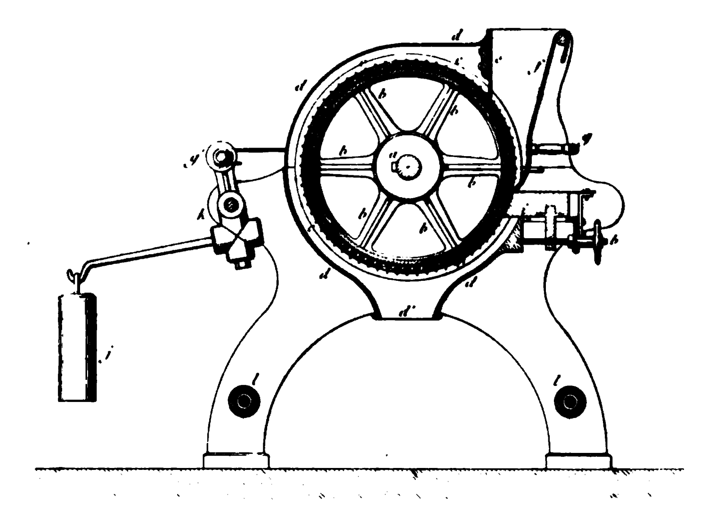


Fig. 2.

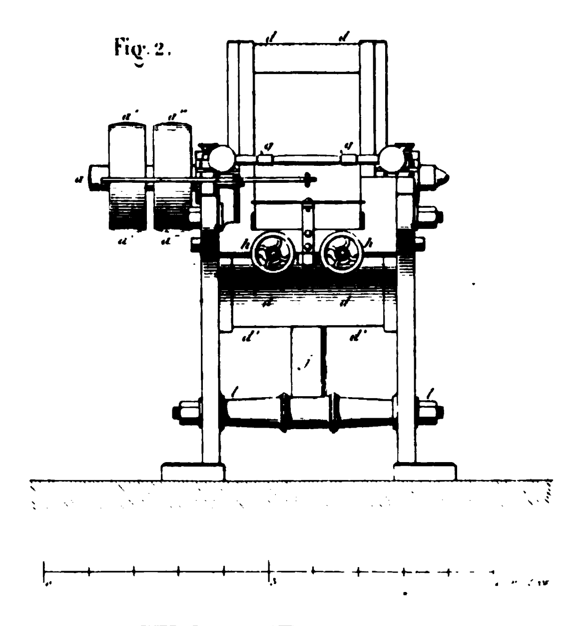


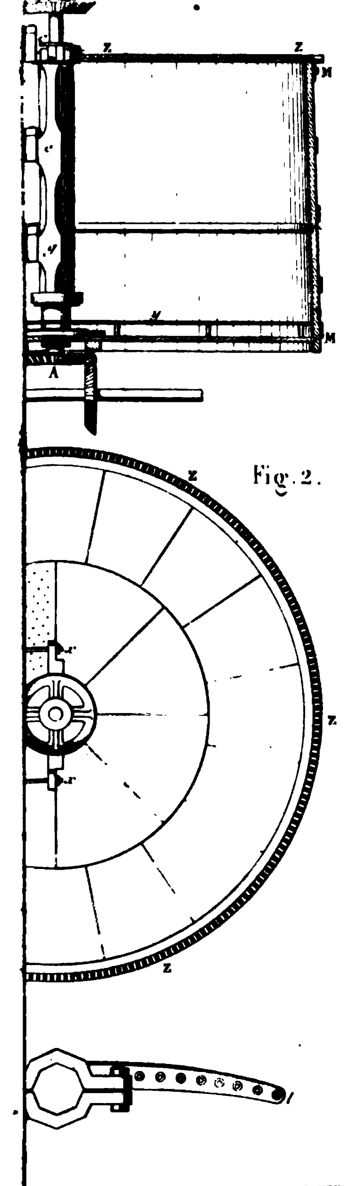
Fig 2

Fig. 1.

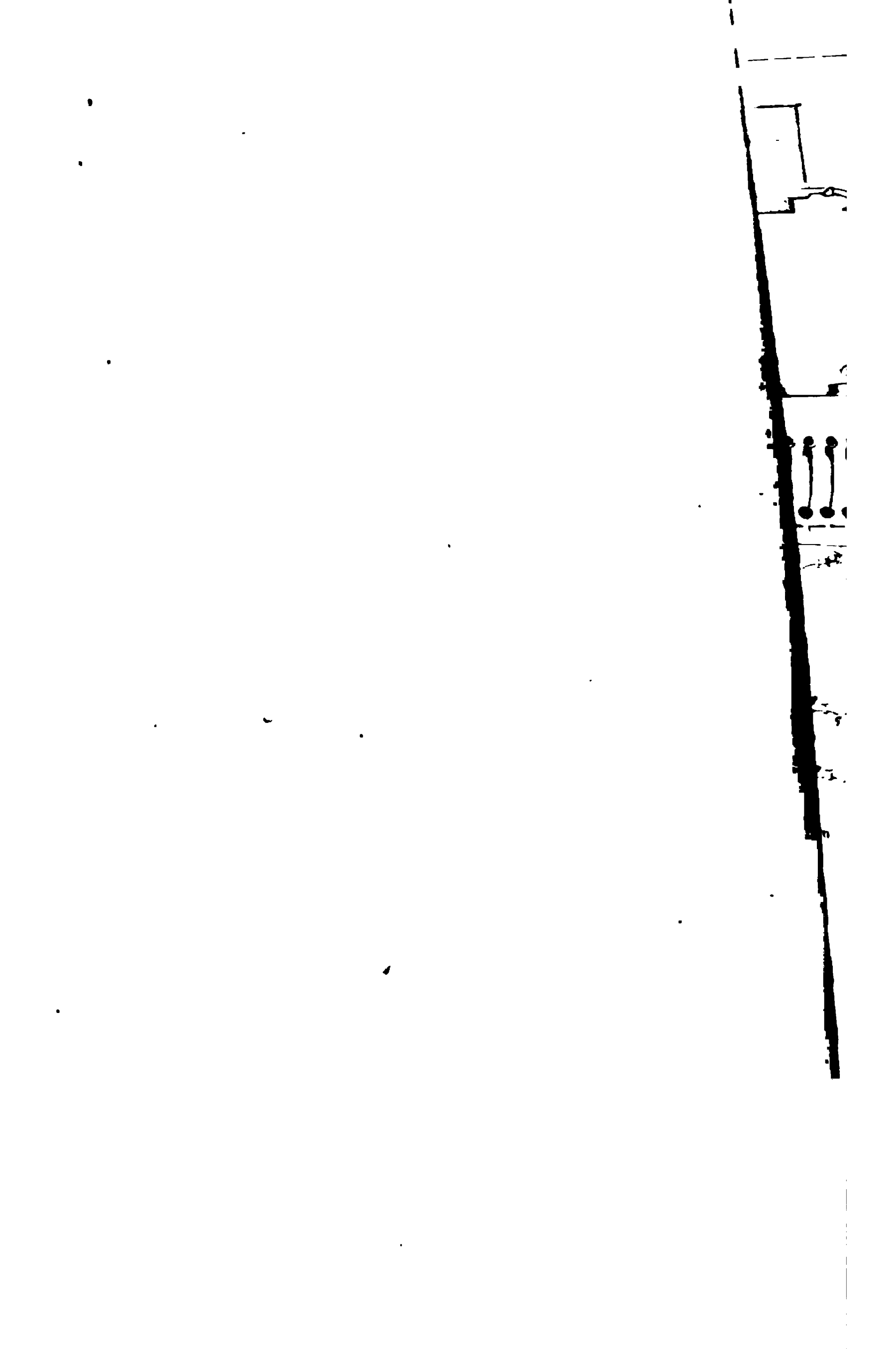
Fig. 2

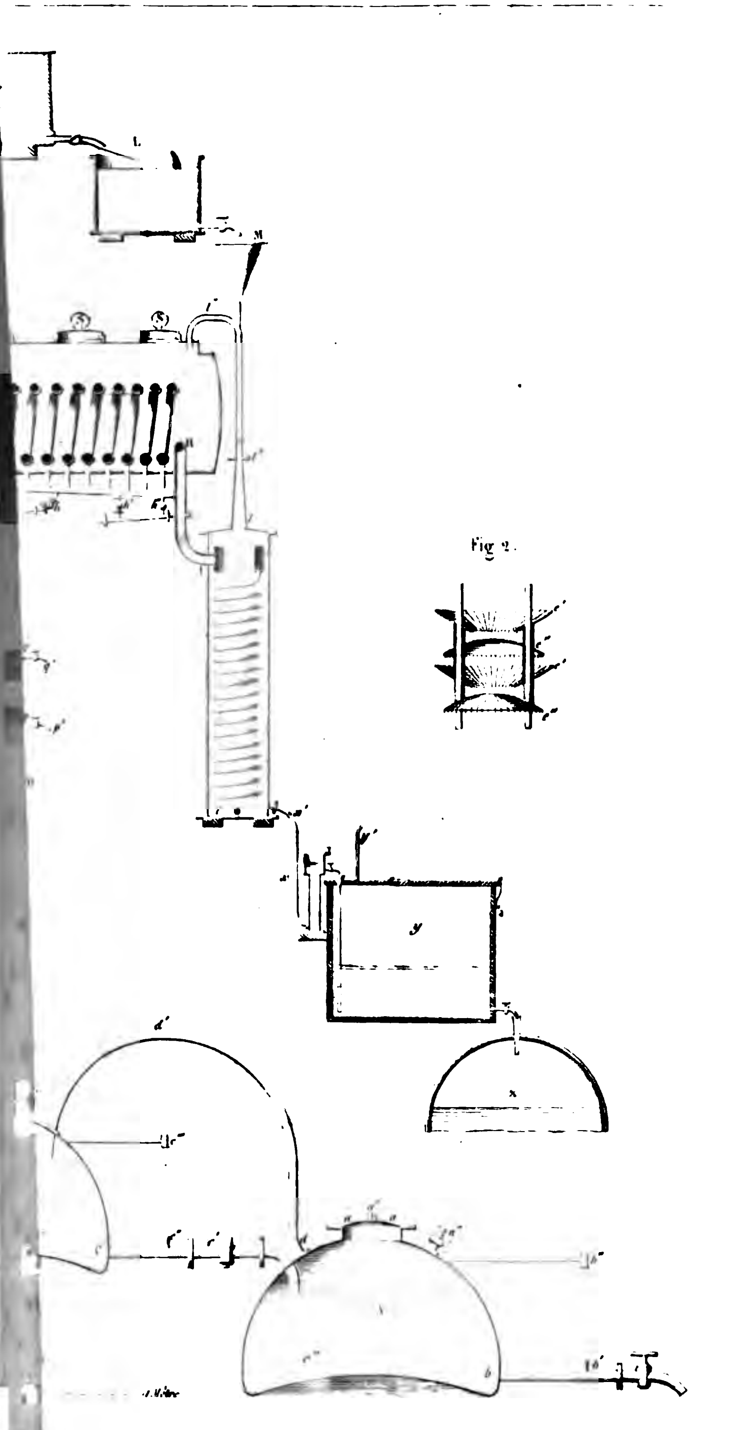
4 mètres

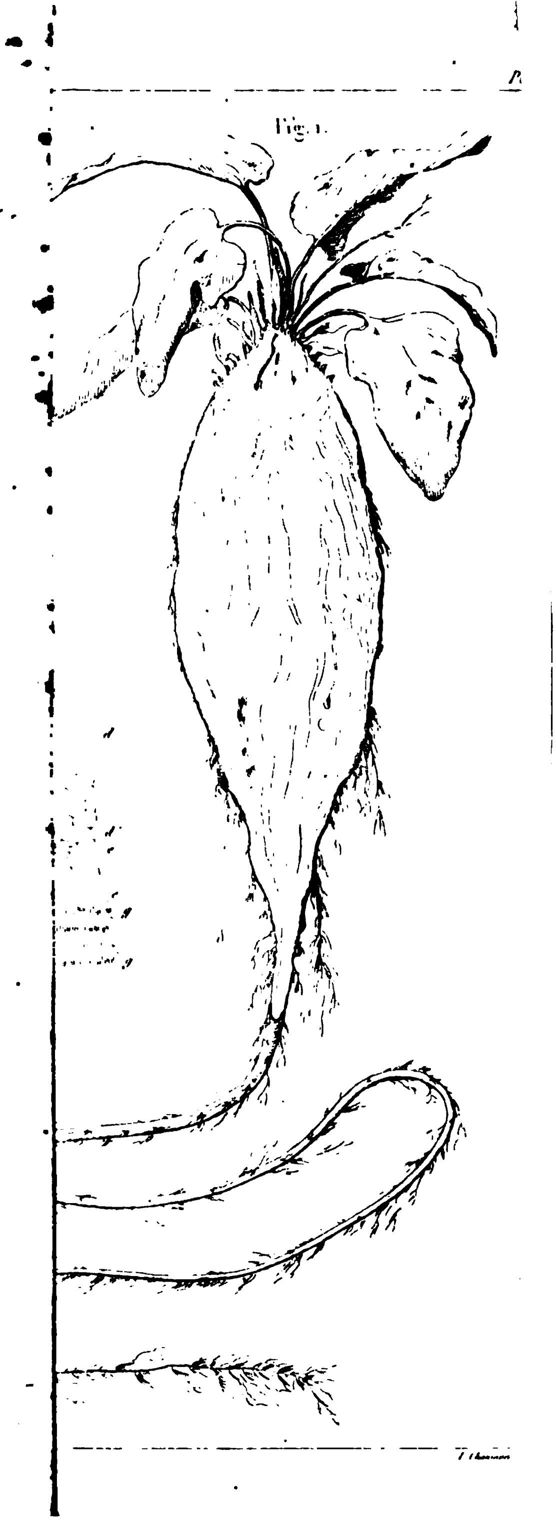
Payen. Distillation.

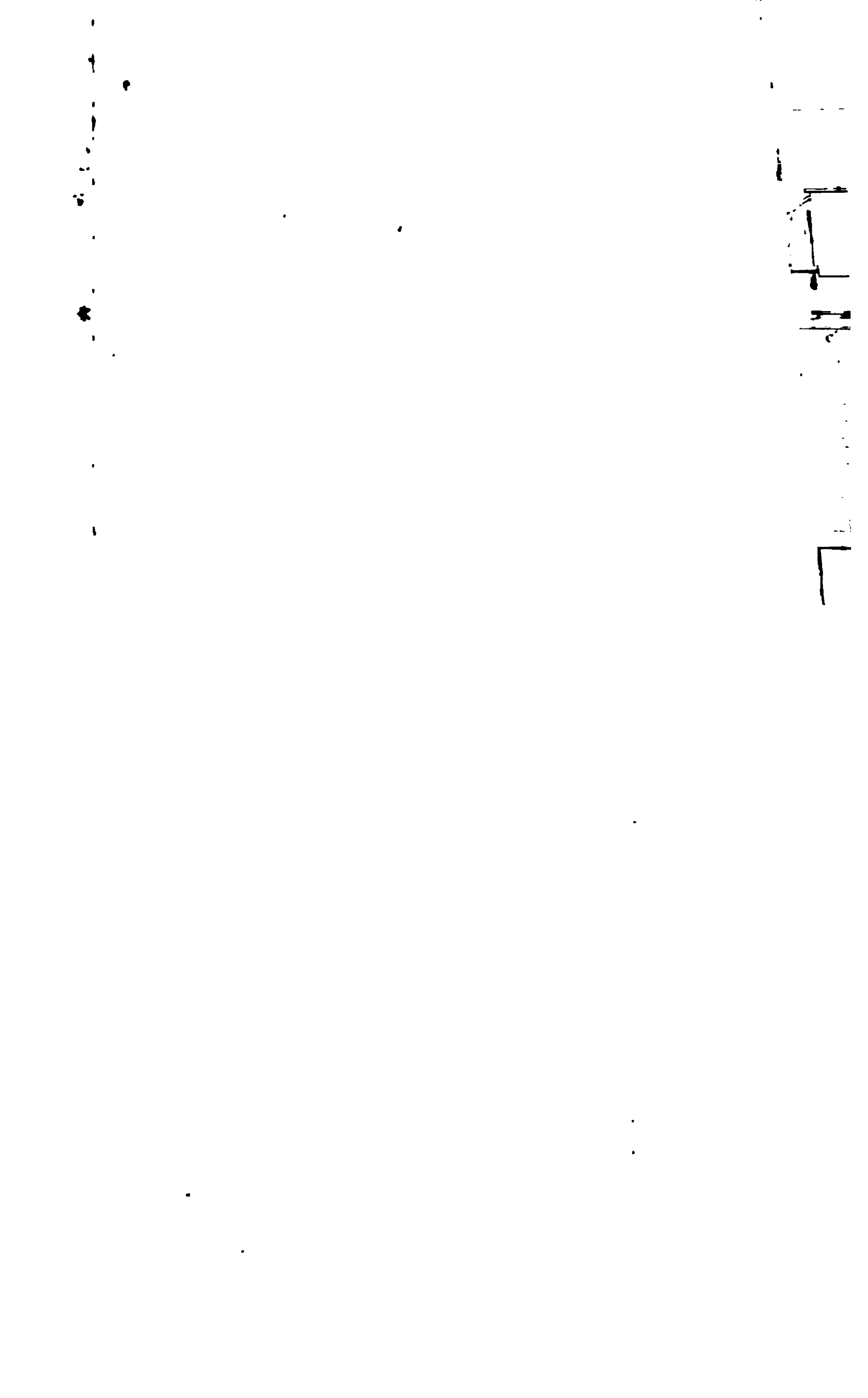


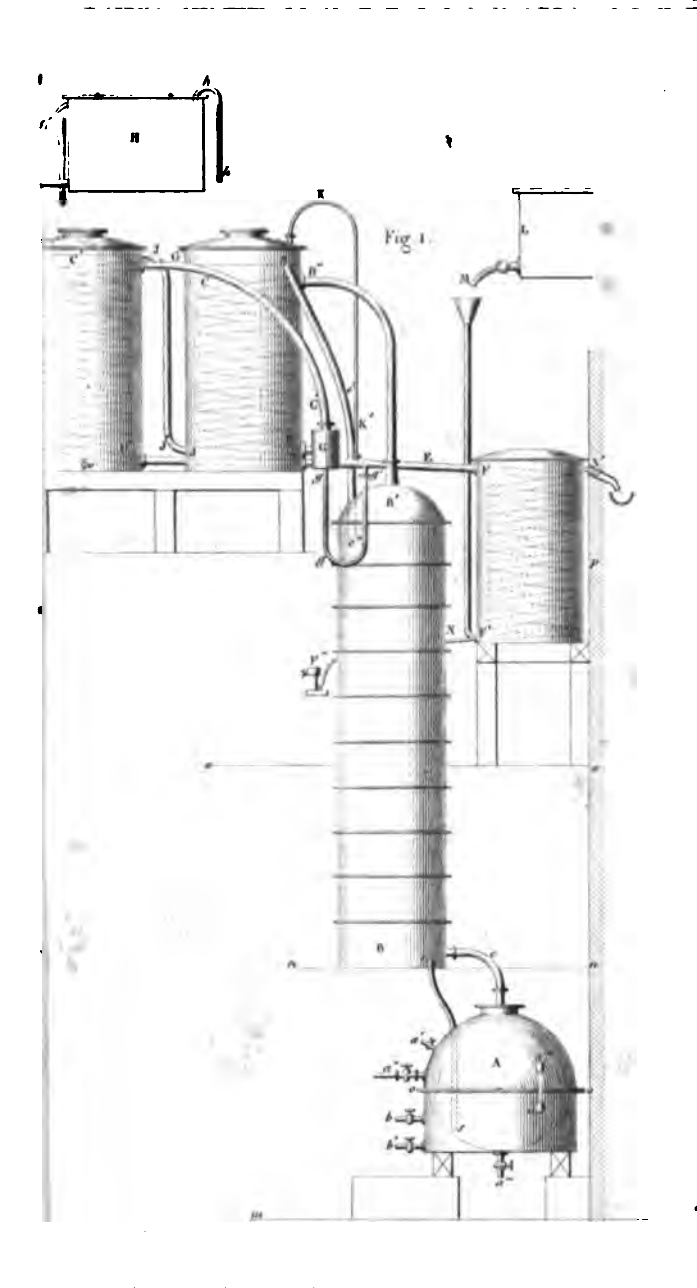
J. Baticolin et L. Chaumont. del. &.

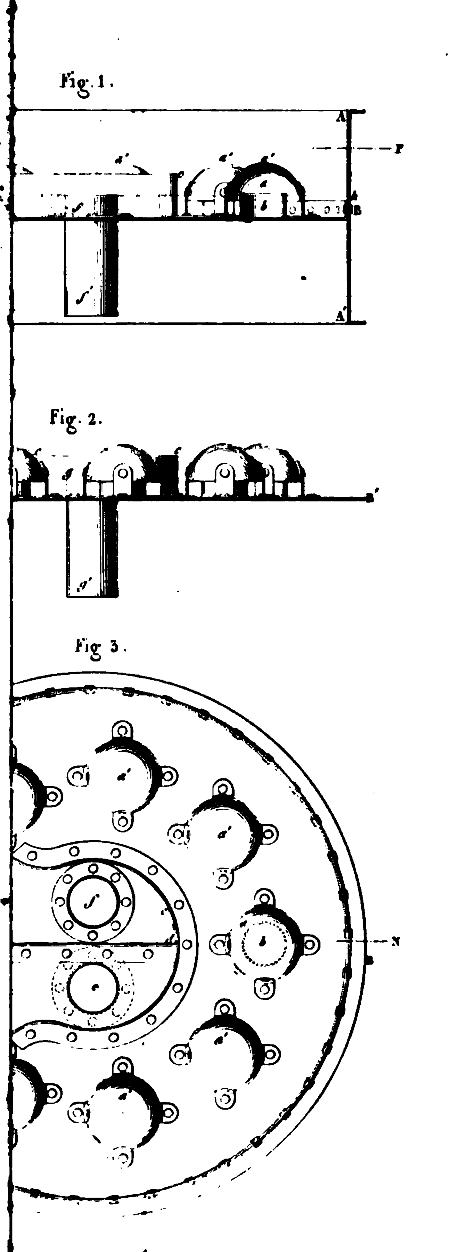


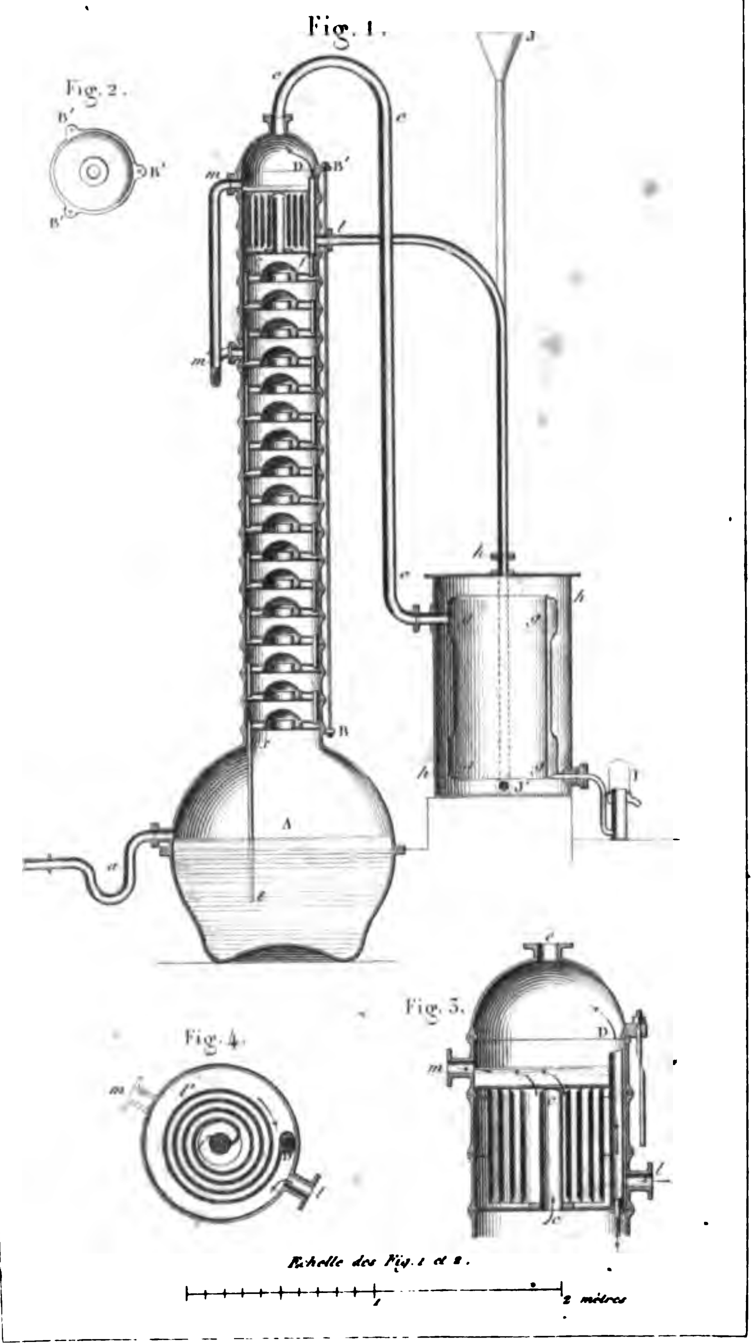

Fig 2.
L
M
y
x


Fig. 1.

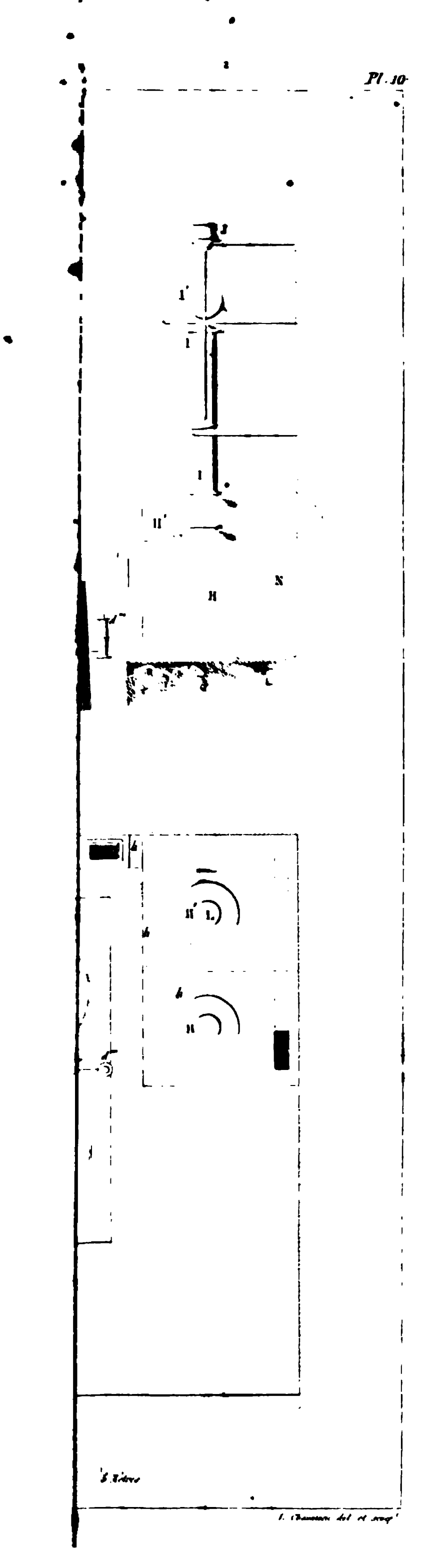



Fig. 1.
H
A
B

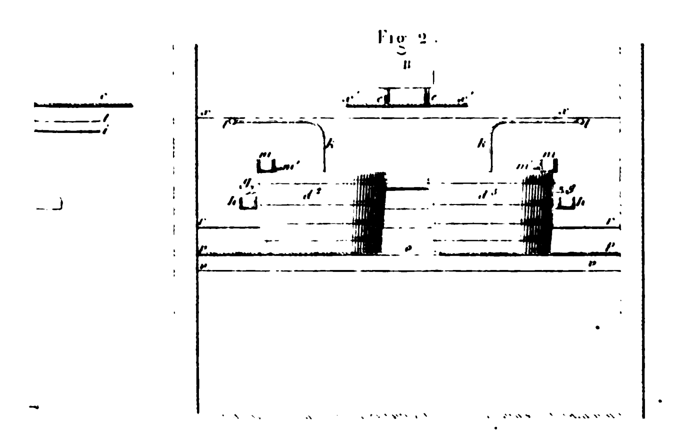

Fig. 1.
A
P
B
A'
Fig. 2.
B'
Fig. 3.
N

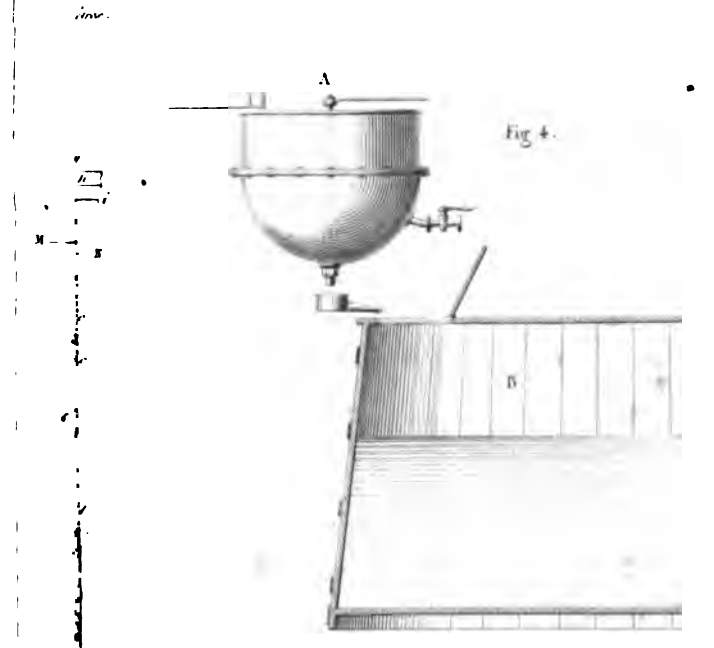


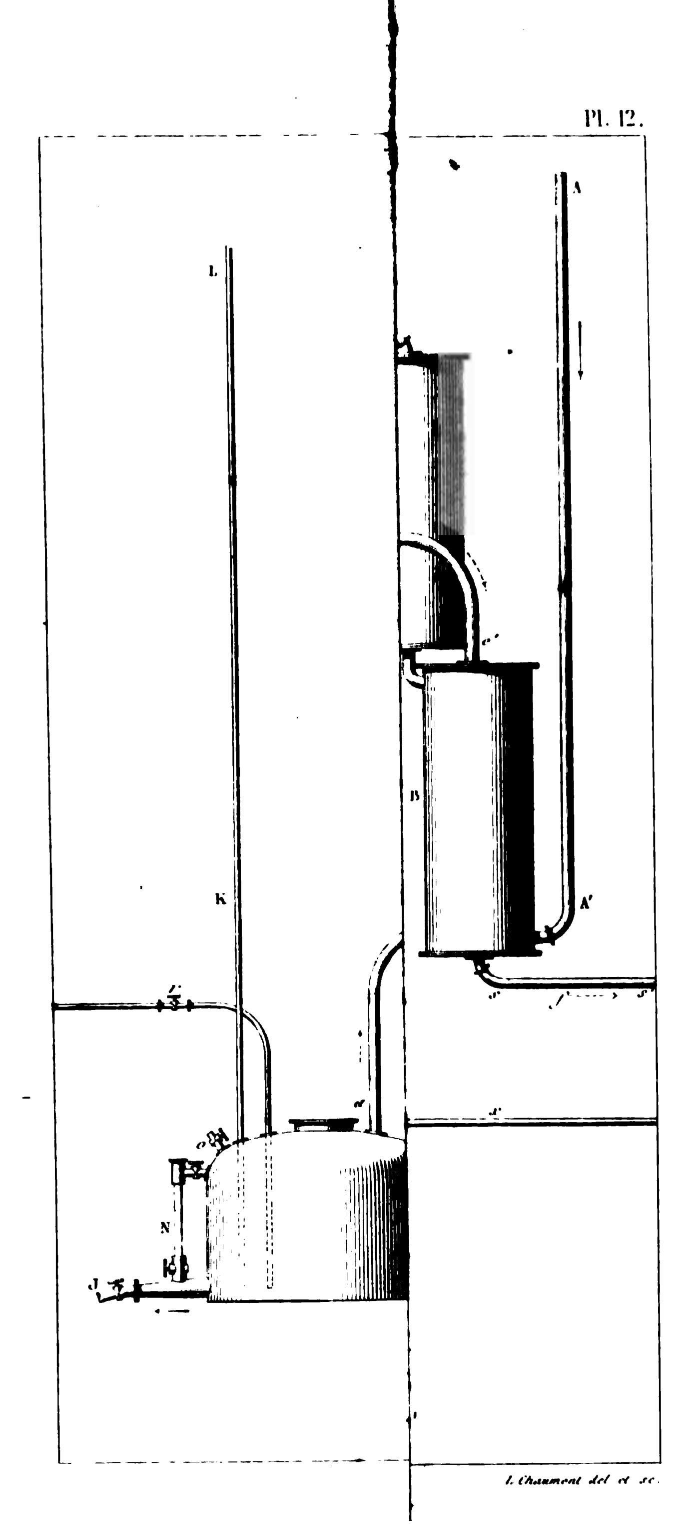
L. Chaumont del. et sc.

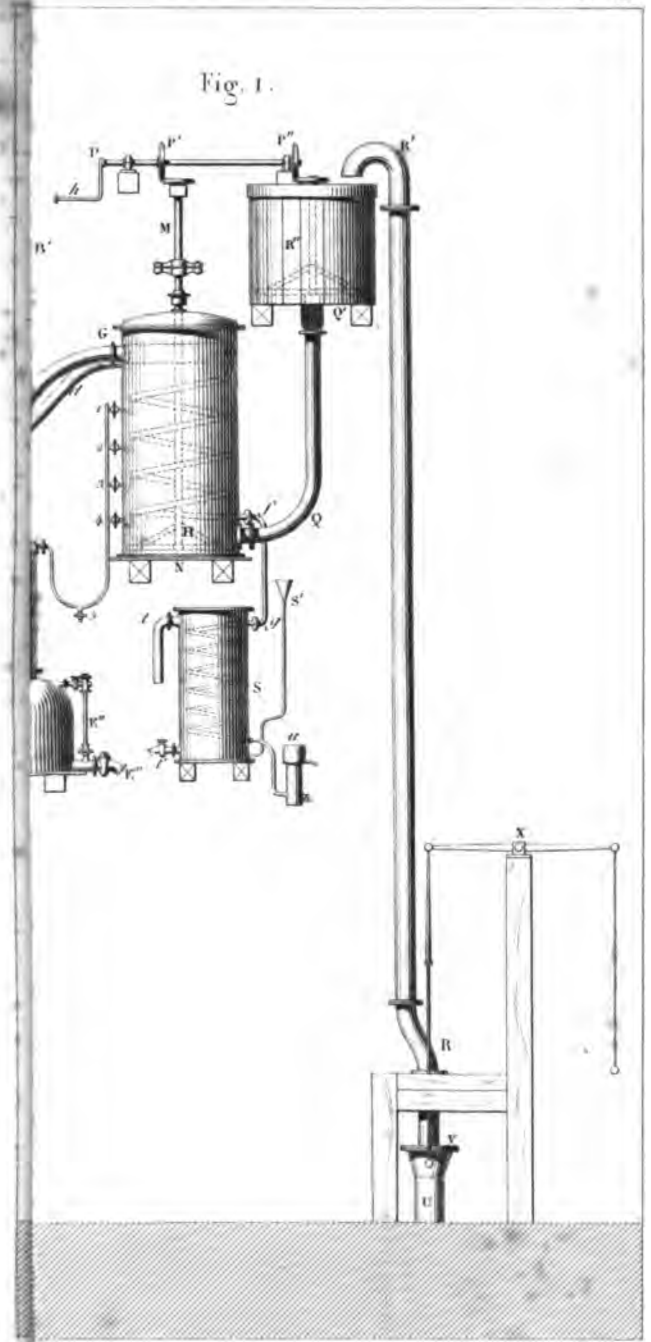


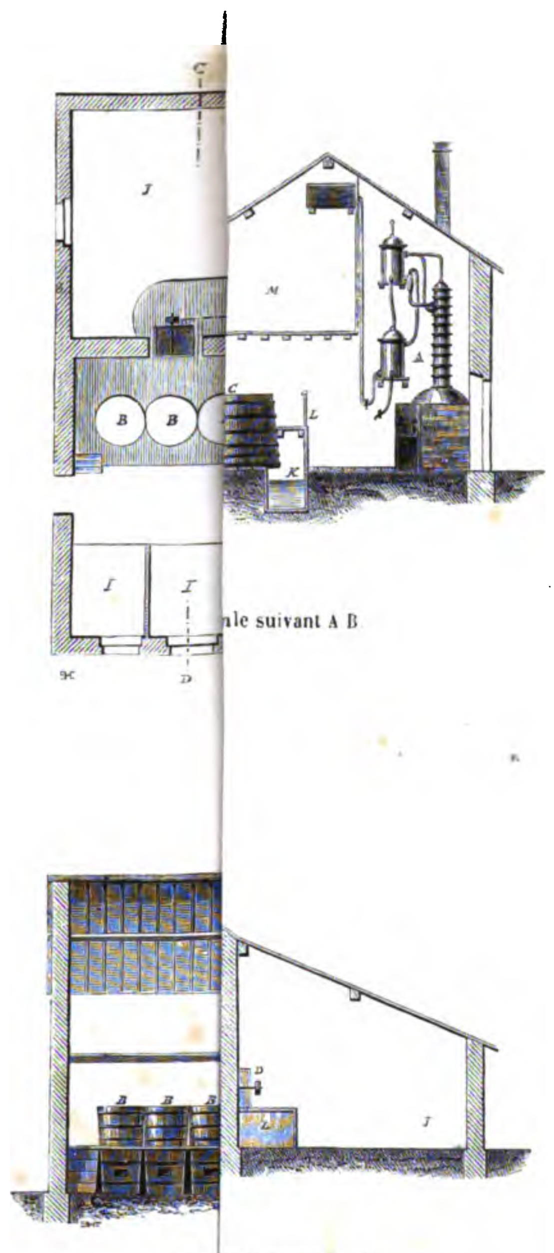
Pl. 10
I'
I
H'
H
N
H' L
H


Fig. 2.


A
Fig. 4.
B


Pl. 12.
A
L
B
A'
K
N
J
I. Chaumont del. et sc.

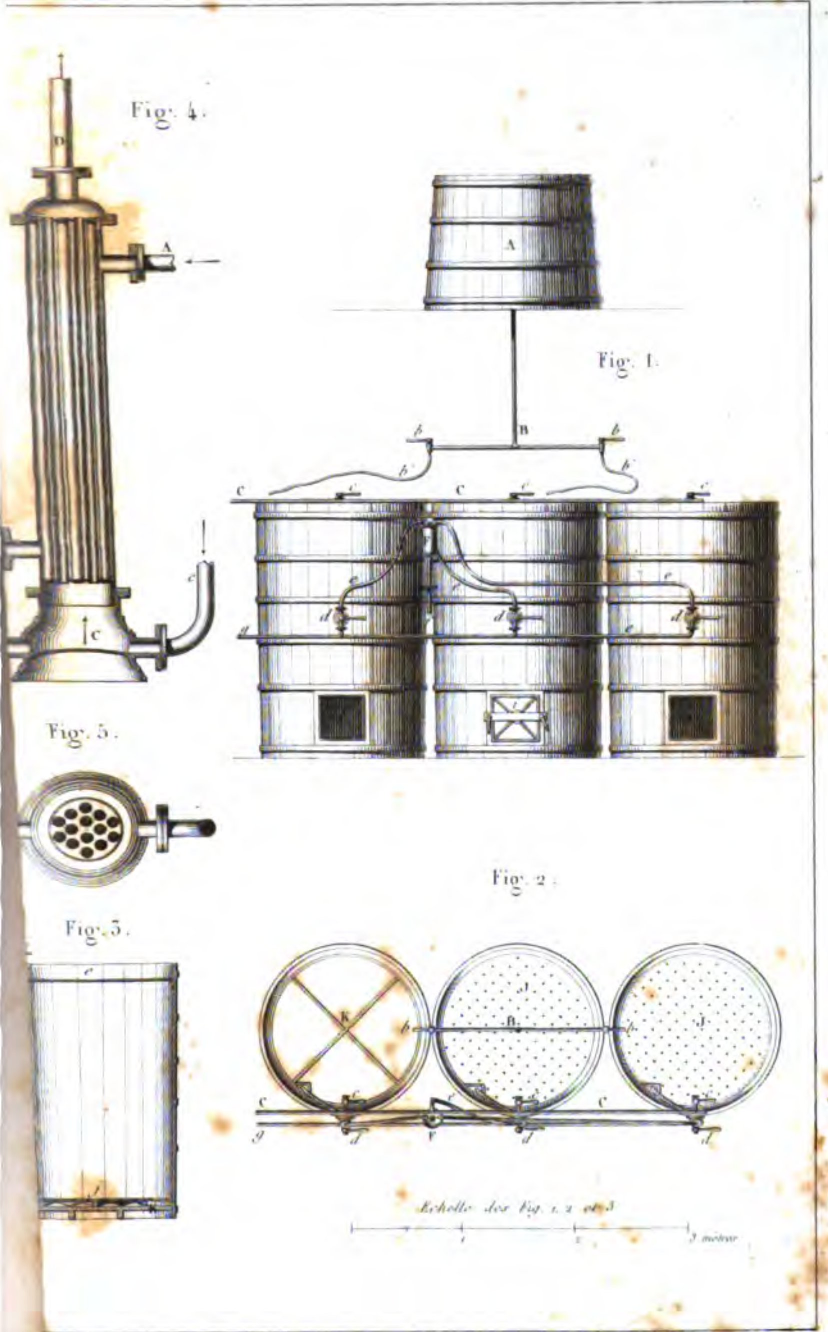

Fig. 1.
P'
P'
P''
h
R'
M
R''
B'
Q'
G
R
N
Q
S'
S
R
X
V
U



ale suivant A B

Fig. sale suivant D C.

aris — Imp. de Mme Ve Bouchard-Huzard



J. Chaumont del. et sc.

des huiles à odeur forte. On ajoute à ces eaux infectes un lait de chaux très-léger, on agite, et par le repos les *huiles essentielles* viennent surnager ; on les décante et l'on s'en sert pour l'éclairage dans des lampes spéciales.

On peut les épurer par trois ou quatre lavages à l'eau de pluie jusqu'à ce que l'*huile* marque 88 à 90° à l'alcoomètre, et compléter leur épuration en les distillant avec ménagement, de façon à obtenir un produit incolore, dont les premières parties, fractionnées, ont une odeur moins forte que les dernières portions distillées.

Quant au liquide alcoolique ainsi débarrassé d'une grande partie des *essences infectes*, on le soumet à la rectification dans un appareil qui peut également servir à la distillation des *fonds de cuves* et des *petites eaux*.

Épuration complétée par des réactifs. — Dans quelques usines, on facilite la rectification en ajoutant aux eaux-de-vie (dites *flegmes à rectifier*), dans le réservoir de ce liquide, 1 1/2 à 2 millièmes d'acide azotique à 36°; après une ou deux heures de contact, on sature l'acide par un excès de chaux, et on laisse déposer. C'est le liquide décanté que l'on soumet à la rectification, et dont on obtient environ 66 centièmes en alcool fin et 33 en alcool à redistiller. Il paraît que l'acide azotique, oxydant une partie des *essences*, les rend moins infectes et moins volatiles.

On parvient à obtenir jusqu'à 80 centièmes de l'alcool à l'état fin, en adaptant au premier plateau, au bas de la colonne, un tube à robinet sortant au dehors et plongeant dans un récipient. Ce tube permet de faire écouler au dehors, vers le milieu de l'opération, les liquides chargés d'huiles essentielles, sans les laisser retourner à la chaudière : celle-ci ne contient bientôt plus que de l'eau et n'envoie plus vers la fin de vapeurs infectes.

L'épuration plus complète de l'alcool pourrait être obtenue par des moyens chimiques analogues à ceux indiqués dans un brevet (1845) par M. Ch. Maire, de Strasbourg, en interposant entre l'appareil rectificateur et le dernier serpen-

tin ou réfrigérant à eau deux vases intermédiaires semblables à des flacons de Woolf (ou un vase à plusieurs compartiments), dans lesquels on ferait passer, à volonté, la vapeur alcoolique au moyen de robinets spéciaux.

Le premier vase, qui pourrait être en tôle de fer, contiendrait une solution à 36° de soude ou de potasse caustique dans laquelle la vapeur barboterait en sortant au travers d'une pomme d'arrosoir; le deuxième vase, qui serait construit en cuivre, renfermerait une solution d'acétate de cuivre (1), dans laquelle passerait également la vapeur alcoolique, en barbotant au travers d'une pomme d'arrosoir (2).

A l'aide de cette disposition, la vapeur alcoolique laisserait dans la solution alcaline une partie des huiles essentielles, et les vapeurs entraînées, arrivant ensuite dans la solution d'acétate de cuivre, y laisseraient une partie des *essences* devenues moins volatiles par l'action oxydante que le réactif aurait exercée sur elles.

L'alcool, mieux affiné de cette manière, serait rendu probablement plus agréable au goût en y ajoutant 1/2 millième d'éther acétique. Toute cette épuration chimique, trop compliquée pour être assez attentivement faite dans les grandes distilleries, a été généralement abandonnée.

THÉORIE DE LA RECTIFICATION DES ALCOOLS OBTENUS BRUTS A 50° CENTÉSIMAUX.

En décrivant cette opération importante pratiquée soit dans les distilleries, soit dans des établissements spéciaux, nous avons déjà posé les bases de la théorie de la rectification généralement utile, indispensable même en beaucoup de cas,

(1) Le sulfate de sesquioxyde de fer, autre agent d'oxydation, serait peut-être préférable, notamment en raison de son prix moins élevé.

(2) Il serait bon d'ajouter un troisième vase intermédiaire, semblable à un analyseur, dans lequel seraient retenues les gouttelettes du réactif qui pourraient être entraînées et qui retourneraient, par le tube-siphon renversé de l'analyseur, vers le haut de la colonne de rectification.

pour trouver des débouchés à la plus grande partie des produits alcooliques.

La rectification a pour but d'éliminer plusieurs composés à odeur désagréable, à saveur âcre, les uns plus volatils que l'alcool ordinaire, les autres très-sensiblement moins volatils ; nous avons décrit les appareils et procédés propres à obtenir ce résultat ; il nous reste à décrire ces composés eux-mêmes.

Les plus volatils, encore incomplétement étudiés, ont de l'analogie avec les éthers doués d'une très-grande volatilité ; ils entraînent avec eux une huile essentielle ou matière aromatique dont l'odeur forte rappelle soit l'odeur de la betterave, et dépend, sans doute, d'une sécrétion propre à cette racine, soit l'odeur propre à chacune des matières employées, très-désagréable dans la fécule de pomme de terre, la mélasse de betterave, les pellicules du raisin, le seigle, un peu moins dans le blé, l'orge, moins encore dans le riz ; agréable, au contraire, dans le jus de raisin, le suc des cannes, la mélasse de canne à sucre, etc. Les autres principes odorants et âcres, moins volatils que l'alcool, ou exigeant, pour passer et être maintenus à l'état de vapeur, une température beaucoup plus élevée que l'alcool ordinaire, ont une composition complexe ; ils sont formés de liquides volatils à des degrés de température différents que nous avons indiqués plus haut, page 363 : le plus abondant d'entre eux se rencontre dans des alcools de diverses origines provenant du raisin, des grains, de la mélasse, de la fécule, etc. ; on lui donne le nom d'alcool amylique, en raison des analogies que ses réactions, combinaisons ou transformations présentent avec celles de l'alcool ou des dérivés que l'on en peut obtenir.

L'alcool amylique, appelé aussi *essence de pomme de terre*, à la température ordinaire, est liquide, sans couleur, plus léger que l'eau, dont il se sépare sous forme d'une couche huileuse ; son poids spécifique est égal à 812, tandis que l'eau pèse 1,000 sous le même volume ; son odeur est forte et désagréable, sa saveur âcre et chaude.

Ce liquide, de même que les huiles essentielles, rend le papier translucide en formant des taches huileuses ; mais ces taches disparaissent, et le papier reprend son opacité à mesure que cet alcool oléiforme se volatilise. Lorsqu'on l'échauffe jusqu'à 60°, il est facile de l'enflammer à l'approche d'un corps en combustion. Il entre en ébullition à la température de 132°. La vapeur de l'alcool amylique est plus de trois fois aussi pesante que l'air; son poids, à volume égal, est de 3,47, l'air pesant 1,000.

Cette sorte d'*essence* peut être solidifiée par le froid; elle se prend en lamelles cristallines lorsqu'on abaisse la température jusqu'à 20° au-dessous de zéro. Sa composition est représentée par 10 équivalents de carbone, 12 équivalents d'hydrogène et 2 équivalents d'oxygène; c'est ce que l'on représente par la formule $C^{10} H^{12} O^{2}$. L'alcool amylique, très-peu soluble dans l'eau, se dissout en grandes proportions dans l'alcool ordinaire et dans l'éther hydrique. Il peut dissoudre le soufre, le phosphore, le brome, l'iode. L'action prolongée de l'oxygène de l'air et plusieurs agents oxydants plus énergiques transforment l'alcool amylique en acide valérianique liquide, très-fluide, incolore, à odeur forte, rappelant celle de la valériane.

PRINCIPALES APPLICATIONS DE L'ALCOOL.

L'alcool provenant des diverses matières premières reçoit des applications variées et qui diffèrent, d'ailleurs, suivant le degré et l'état de pureté de ce produit.

Eau-de-vie brute. — Ce liquide alcoolique, obtenu directement dans la distillation des vins, moûts ou jus fermentés, s'emploie, dans diverses localités, comme eau-de-vie potable.

On garde quelque temps l'eau-de-vie avant de la mettre en

consommation, afin de lui laisser perdre, même dans des fûts bouchés, l'odeur éthérée fugace qu'elle présente au sortir des appareils distillatoires ; en général, on donne aux eaux-de-vie nouvelles qu'on veut livrer à la consommation la nuance des eaux-de-vie ordinaires, à l'aide d'une faible dose de caramel ou d'infusion de chicorée, lorsque le principe colorant du bois des tonneaux ne suffit pas. On se sert aussi de l'eau-de-vie brute des grains (wiskey), pour la distiller au contact des baies de genièvre (voir p. 375).

Esprit fin. — L'alcool bien rectifié, que l'on désigne ainsi dans le commerce, marque, ordinairement, 94° à l'alcoomètre; on s'en sert pour les préparations suivantes, relatives aux usages alimentaires et autres.

Affinage des esprits Montpellier. — D'après l'observation publiée par M. Dubrunfaut de ce fait curieux, que l'alcool très-bien rectifié, débarrassé des parties très-volatiles et des essences beaucoup moins volatiles que lui, étendu à 85° et mélangé à un volume égal d'esprit Montpellier, au même titre, donne à l'ensemble de ces deux produits les caractères apparents, odeur et saveur des *esprits fins*, ou gardés en fûts pendant une année ou deux ; les commerçants en ce genre se livrent à cette opération, doublement fructueuse pour eux, puisque l'alcool rectifié de betterave se vend moins cher, environ des 0,2, et que son titre plus élevé (94°), que l'on abaisse à 85° en y ajoutant environ 0,1 d'eau, procure un deuxième bénéfice de 10 pour 100.

Toutefois nous devons faire remarquer que l'esprit Montpellier, qui se prête à ces mélanges, étant limité dans sa production, amène une concurrence assez forte entre les acheteurs; il conserve, par cette raison, une valeur plus grande que l'alcool de betterave et de mélasse dans le rapport, aujourd'hui, de 195 fr. à 105 fr. l'hectolitre : il y aurait donc tromperie à vendre les uns pour les autres.

Vinage. — On désigne ainsi l'opération qui a pour but d'accroître la *force* des vins, c'est-à-dire les proportions d'alcool qu'ils contiennent; on y parvient en y ajoutant 1, 2 ou

3 pour 100 d'alcool bien rectifié, dit *bon goût*, ou mieux encore de l'*esprit fin* Montpellier.

Les vins, ainsi renforcés, se conservent mieux et sont exempts d'altérations, même durant les transports sur mer ; ils conviennent donc mieux pour l'exportation, et d'autant mieux que, très-généralement, la population des pays hors de France où ils sont consommés est habituée à l'usage de cette boisson plus alcoolique.

Le vinage s'est, quelquefois, pratiqué d'une manière plus large en vue d'introduire, dans les villes sujettes aux octrois, des vins tellement chargés d'alcool, qu'il fût possible de doubler leur volume en y ajoutant de l'eau, et de ramener leur coloration au degré d'intensité ordinaire par l'addition de différents vins de couleur. On comprend que ces sortes de vinages et de mélanges consécutifs constituant de véritables fraudes, l'administration a dû les prohiber et faire exercer une surveillance qui, de temps à autre, atteint les personnes coupables de ces manœuvres frauduleuses.

Liqueurs. — Sous ce nom on désigne généralement des préparations alcooliques sucrées et aromatisées, contenant 45 à 50 centièmes de leur volume d'alcool pur. Tels sont le *curaçao*, l'*anisette*, le *ma asquin*, les *liqueurs des Iles*, etc. Elles sont d'autant plus estimées que l'on y emploie des alcools plus *francs de goût* ou exempts de ces essences spéciales, alcool amylique, etc., qui caractérisent les produits mal rectifiés de diverses provenances (*fécule*, *pommes de terre*, *grains*, *mélasse*, *betteraves*, marcs de raisin, etc.).

Fruits à l'eau-de-vie. — Ce sont encore des alcools bon goût, ou esprits Montpellier, que l'on emploie pour ces préparations très en vogue aujourd'hui, qui offrent, en toutes saisons, des fruits de toute nature, bien conservés à l'aide de l'alcool, très-puissant antiseptique, et édulcorés avec du sucre bien raffiné ou exempt d'odeur étrangère ; il est vrai que dans ces fruits doués de leurs caractères naturels, arome, couleur, etc., la saveur primitive est, en grande partie, masquée par les saveurs dominantes de l'alcool et du sucre : une

trop forte consommation de ces fruits fortement alcoolisés peut offrir les inconvénients, parfois graves, qu'entraîne l'abus des boissons alcooliques.

Eaux-de-vie. — On comprend sous ce nom les produits provenant des diverses matières sucrées soumises à la fermentation alcoolique et la distillation; lorsque le degré de ces liquides varie ordinairement entre 18 et 24° Cartier, 45 à 55° Gay-Lussac, on livre souvent à la consommation, particulièrement dans les campagnes, les eaux-de-vie brutes de première distillation, telles qu'on les obtient des grains, des mélasses, des betteraves; les essences âcres, l'alcool amylique qu'elles renferment font paraître plus élevé leur degré alcoolique à la dégustation. Les gens habitués à ces boissons fortes, et dont les organes du goût sont émoussés par l'abus qu'ils en font, préfèrent ces eaux-de-vie aux produits rectifiés, de saveur plus douce, moins forte en apparence, à degré alcoolique égal.

On a substitué, avec de grands avantages, l'eau-de-vie au vinaigre, pour les mélanges avec l'eau, qui procurent, aux troupes en campagne comme aux équipages de la marine, une boisson légère, agréable et salubre, meilleure encore lorsqu'on peut y ajouter une petite quantité de sucre.

Genièvre. — Souvent, surtout dans les contrées du nord, on augmente l'odeur, la saveur et la force apparente en distillant les eaux-de-vie brutes, mélangées avec quelques centièmes de baies de genièvre; ajoutant ainsi de nouvelles huiles essentielles aromatiques, dont l'odeur forte surmonte l'odeur primitive de l'eau-de-vie employée.

Nous avons décrit, page 318, la préparation du rhum, l'une des liqueurs alcooliques les plus répandues, non-seulement aux colonies, mais encore exportées en très-grandes quantités et dont l'importance, à cet égard, approche de celle des eaux-de-vie de France, dont nous avons exposé la fabrication et qui s'expédient dans toutes les parties du monde (voyez p. 32).

En d'autres contrées, on trouve des boissons alcooliques

particulières préparées et consommées en quantités considérables, tel est le genièvre, dont l'usage est général en Hollande, en Belgique, en Allemagne et même en Angleterre, où on le désigne sous le nom de gin. Voici comment on prépare cette sorte de boisson alcoolique.

Le genièvre, ou, comme on le nomme encore, l'eau-de-vie de genièvre, doit son odeur caractéristique et une saveur sensiblement âcre, chaude, à l'huile et aux principes volatils contenus dans les baies du genièvre (*Juniperus communis*, famille des Conifères). Les baies de genièvre du Midi sont plus odorantes que celles que l'on tire de la forêt Noire.

On voit que l'emploi de ces produits a pour but d'aromatiser les eaux-de-vie de grains et rendre insensible l'odeur désagréable que dénote toujours plus ou moins leur origine. Le genièvre, à l'égard de ces eaux-de-vie, réalise un des effets principaux du houblon dans la confection de la bière.

La plupart des distillateurs obtiennent très-facilement l'eau-de-vie ainsi aromatisée en suspendant, au milieu du liquide alcoolique que renferme l'alambic, un sachet en toile claire contenant les baies concassées dans les proportions usitées en Belgique, en Hollande et en Angleterre, de 50 à 100 grammes par hectolitre d'eau-de-vie soumise à la distillation.

Quelques distillateurs placent les baies concassées dans un vase intermédiaire où barbote la vapeur de l'alambic; de cette manière ils n'ont pas à craindre que les parties pulvérulentes, en se tamisant au travers de la toile, viennent se déposer au fond de la cucurbite et donnent lieu au développement de produits pyrogénés à odeur désagréable. On obtient les meilleurs genièvres avec les eaux-de-vie de grains qui ont le moins de mauvais goût ou dont l'odeur a été amoindrie, soit par une rectification attentive, soit par un mélange avec des alcools rectifiés. Il paraît qu'un genièvre de qualité supérieure est obtenu en Hollande en employant un mélange de 100 de malt avec 200 de farine de riz macérés ou saccharifiés avec les soins convenables et soumis à une rapide fermentation;

comme nous l'avons expliqué plus haut, le peu de temps que dure la fermentation est une des causes qui amoindrit la dissémination des huiles essentielles de l'orge dans la masse et affaiblit l'odeur désagréable qui en résulterait dans les produits de la distillation. On attribue à de semblables circonstances la supériorité du skiedam hollandais sur les eaux-de-vie du même genre.

Absinthe. — Cette liqueur, obtenue en distillant l'eau-de-vie en contact avec les sommités fleuries de plusieurs espèces d'absinthe, doit son odeur aromatique et ses propriétés toniques, excitantes à l'huile essentielle spéciale de la plante. Cette essence, dissoute à la faveur de l'alcool, se sépare et apparaît en rendant opalescente et blanchâtre la liqueur, lorsqu'on y ajoute un excès d'eau qui affaiblit l'alcool. La liqueur d'absinthe est une des boissons alcooliques dont l'abus est le plus défavorable à la santé des hommes.

Esprits aromatiques. — On met à profit la propriété que présente l'alcool de dissoudre et d'entraîner à la distillation des huiles essentielles odorantes pour préparer les liquides aromatiques, soit en distillant avec l'alcool les parties des plantes qui renferment ces essences, soit en faisant tout simplement dissoudre diverses essences à odeur agréable dans l'alcool à différents titres; ces sortes d'esprits aromatiques contiennent ordinairement, comme l'*eau de Cologne*, un des plus en usage, des mélanges assez complexes de diverses essences; exposés à l'air, ils dégagent rapidement l'alcool dont l'odeur domine d'abord, et laissent persister plus ou moins longtemps l'odeur mixte des essences moins volatiles que l'alcool lui-même. On y pourrait discerner alors l'odeur désagréable de l'alcool amylique, si l'on avait employé, ce qui a lieu assez souvent par des produits communs, des alcools mal rectifiés.

Teintures et extraits pharmaceutiques. — Dans l'application que l'on fait de l'alcool en pharmacie, pour extraire de diverses plantes médicales les parties actives, solubles dans ce véhicule, insolubles ou peu solubles dans l'eau, on doit

employer des alcools bien rectifiés, pour éviter d'introduire dans la préparation ces essences âcres et l'alcool amylique, dont une partie resterait engagée dans l'extrait obtenu et pourrait altérer dans ses propriétés utiles l'agent thérapeutique.

Alcool anhydre. — Nous avons indiqué plus haut la préparation de cet alcool, un de ceux dont on fait usage pour les essais préparatoires et analyses immédiates dans les laboratoires de chimie.

Toutes les applications que nous allons maintenant décrire permettent d'employer indistinctement l'alcool bien rectifié ou les alcools inpurs; ce sont ces derniers auxquels on donne la préférence, car leur prix est toujour moins élevé.

Conservation des pièces anatomiques. — L'immersion dans l'alcool est un des moyens en usage pour conserver les diverses pièces qui composent les musées de médecine, pathologie et chirurgie; les alcools impurs chargés d'essence et d'alcool amylique ont une propriété antiseptique plus prononcée qui les rend encore préférables pour cet usage. Lorsque ces pièces contiennent une grande quantité de liquide aqueux, il faut, surtout si le volume de l'alcool est peu considérable, le renouveler une ou deux fois, afin d'éviter toute putréfaction; on peut assurer encore la conservation en faisant dissoudre dans l'alcool 2 centièmes de son poids de bichlorure de mercure.

Conservation des plantes pour les herbiers. — C'est encore en faisant dissoudre, dans l'alcool à 89 ou 90°, 2 centièmes de son poids de bichlorure de mercure (sublimé corrosif) que l'on prépare le liquide destiné à cette conservation.

Après avoir immergé les plantes pendant quelques heures, on les retire de la solution pour les faire égoutter, puis les dessécher à l'air; l'alcool, en s'évaporant, facilite la dessiccation, et le bichlorure qui reste combiné aux matières albuminoïdes les rend à la fois imputrescibles et vénéneuses, en sorte qu'il en éloigne les insectes.

Essais des sucres bruts. — Dans la plupart des sucreries et des entrepôts de sucre, on apprécie la qualité des sucres cristallisés bruts en les soumettant à un lavage avec de l'alcool acidulé par 5 centièmes d'acide acétique et saturé, préalablement, de sucre pur. Ce liquide peut entraîner en solution le sucre liquide ou incristallisable, quelques sels et autres matières étrangères, laissant intact le sucre pur en cristaux, que l'on pèse et dont on peut ainsi déterminer la proportion dans le produit brut essayé. Il faut en déduire, d'ailleurs, les substances insolubles dans l'eau que l'on recueille aisément en filtrant la solution aqueuse.

Essai des soudes.— L'alcool à 85° sert à l'essai des sels de soude dits *demi-caustiques du commerce;* en effet, il peut facilement dissoudre la portion caustique, tandis qu'il laisse insoluble le carbonate de soude; celui-ci est ensuite dissous dans l'eau, de sorte que l'on peut aisément saturer à part, au moyen d'un acide normal, la solution alcoolique et la solution aqueuse : la première donne directement les degrés alcalimétriques caustiques; la deuxième, les degrés carbonatés; et la somme des degrés ainsi obtenus indique le titre total.

Extraction de la quinine, de la cinchonine, de la morphine, etc. — Ces produits immédiats, d'une grande importance pour l'art de guérir, sont extraits à l'aide de l'alcool, qui les dissout et les sépare de diverses autres substances insolubles dans ce liquide.

Analyses immédiates. — Dans un très-grand nombre d'occasions, les chimistes se servent soit d'alcool, soit d'éther, ainsi que de plusieurs autres dissolvants spéciaux, pour séparer les uns des autres certains principes immédiats des végétaux ou des animaux; parfois aussi, dans les analyses minérales, pour séparer les sels, solubles dans l'alcool, de ceux qui y sont insolubles.

Thermomètre à alcool. — La propriété qu'offre l'alcool de résister aux plus basses températures atmosphériques, et son prix peu élevé comparativement à celui du mercure, per-

mettent de l'employer dans la construction des thermomètres usuels. Mais on comprend que ces thermomètres ne peuvent servir à constater les températures voisines du point d'ébullition de l'alcool (78,4); ils ne doivent donc jamais être plongés dans l'eau bouillante. Pour les températures de 75 à 100 et plus élevées, l'emploi de thermomètres à mercure est usité; on les préfère, d'ailleurs, dans les laboratoires, en raison de leurs indications plus précises.

Vernis à l'esprit-de-vin. — La fabrication de ces vernis constitue l'une de ces applications qui consomment le plus d'alcool; on obtient, dans ce système de préparation, des vernis qui sèchent vite et n'exhalent pas de vapeurs délétères, comme les vernis à l'essence de térébenthine ou à la *benzine* : de là vient que l'on donne la préférence aux vernis à l'esprit-de-vin, lorsqu'ils doivent être employés dans des chambres habitées ou lorsqu'on ne peut attendre l'entière dessiccation des vernis avant d'occuper les appartements.

Lustrage des bougies stéariques. — La propriété que présente l'alcool de dissoudre les acides gras (stéarique, margarique, oléique) est appliquée utilement pour le lustrage des bougies stéariques. Il suffit, en effet, de frotter ces bougies avec un morceau d'étoffe imprégné d'alcool pour dissoudre les parties superficielles, effacer les rugosités et, en continuant un instant de frotter à sec, polir complétement toute la surface.

Fils ronds et lames gaufrées en caoutchouc. — Suivant le procédé de M. Gérard, l'addition de 5 à 6 d'alcool à 100 de sulfure de carbone donne un mélange très-convenable pour faire gonfler la moitié ou les deux tiers de son poids de caoutchouc réduit en lambeaux minces et obtenir une matière plastique, facile à étirer ou refouler dans une filière sous forme de fils cylindriques, ou laminer entre des cylindres de façon à en former des nappes d'une grande longueur et conservant, après la volcanisation (sulfuration), toutes les impressions en relief imitant diverses étoffes à raies ou côtes ou dessins en saillie.

Collodion. — Le mélange de 8 parties d'alcool à 90° avec 100 d'éther fournit un des meilleurs dissolvants du pyroxyle (coton-poudre), préparé au moyen d'un mélange d'acide sulfurique 2 et d'azotate de potasse 1 ou d'équivalents égaux d'acide sulfurique concentré et d'acide azotique chargé d'acide hypoazotique. La solution visqueuse de pyroxyle (obtenue après lavage complet et dessiccation) dans l'éther alcoolisé fournit la substance agglutinative donnant une espèce de vernis membraniforme imperméable, inattaquable à l'eau, dont l'art médical a su tirer, dans ces derniers temps, un bon parti pour le traitement des plaies et certaines opérations chirurgicales, ainsi que pour obtenir des épreuves héliographiques.

Éther usuel ou éther hydrique. — Ce produit liquide, léger, si volatil, expansif, inflammable, est obtenu par une modification de l'alcool, en présence de l'acide sulfurique.

Outre les usages nombreux de l'éther dans les analyses chimiques, les préparations pharmaceutiques et quelques opérations économiques, l'application de ce liquide pour alimenter les machines à vapeur spéciales ouvre un important débouché à l'alcool; les bateaux à vapeur qui fonctionnent sur le Rhône et reçoivent de l'éther leur impulsion motrice consomment annuellement, pour la fabrication de ce liquide, plus de 200,000 litres d'alcool; on commence à utiliser les effets de l'éther dans sa volatilisation rapide pour obtenir économiquement, en certaines localités, la congélation de l'eau ou la cristallisation du sulfate de soude : produit de la réaction du sulfate de magnésie sur le chlorure de sodium [voyez le *Précis de chimie industrielle,* chez Hachette, 4ᵉ édition (Payen)]. Ces applications paraissent devoir se développer lorsque le cours de l'alcool s'abaissera.

Amorces fulminantes. — La consommation de l'alcool dans la préparation du fulminate de mercure est d'une importance égale à la précédente; elle s'est accrue depuis plusieurs années par suite des demandes de l'étranger.

Éther acétique. — Le produit connu sous ce titre s'emploie dans les laboratoires et les pharmacies; il pourra trouver

des débouchés plus importants dans des applications spéciales pour améliorer l'arome des vinaigres de grains et de bois, ainsi que des alcools affinés.

Éclairage. — Sous le nom de *gaz liquide*, on livre aujourd'hui à la consommation de grandes quantités d'alcool presque anhydre (à 97 ou 98°) tenant en solution 18 ou 20 pour 100 d'essence de térébenthine rectifiée. Plusieurs autres carbures d'hydrogène extraits des goudrons et analogues, par leur composition, à l'essence de térébenthine y sont employés. L'abaissement des prix amènera probablement l'accroissement de la consommation de l'alcool sous cette forme.

Chauffage. — Chacun sait combien les usages de l'alcool, comme moyen de chauffage, à l'aide de lampes très-simples en verre ou en métal, se multiplient dans l'économie domestique, dans les laboratoires de chimie et les cours publics; le bon marché de l'alcool doit rapidement développer encore cette consommation qui, toutefois, rencontre aujourd'hui une grande concurrence dans l'emploi du gaz, si économiquement obtenu par la distillation de la houille.

Chloroforme. — L'alcool est la matière qui concourt, pour la plus grande partie, à la préparation de cet agent anesthésique, merveilleux et terrible, suivant l'expression si juste de M. Flourens, qui le premier sut en décrire et mesurer les puissants effets (1).

Vinaigre. — La fabrication du vinaigre blanc, au moyen de l'alcool, s'effectue en grand en Allemagne et dans quelques contrées de la France; c'est encore là une de ces applications que le bon marché de l'alcool doit développer, surtout dans le cas où la production des eaux-de-vie communes

(1) Durant la dernière guerre de Crimée, plus de 30,000 opérations chirurgicales ont été pratiquées dans les armées françaises et anglaises, sous l'influence du chloroforme, sans un seul cas d'asphyxie mortelle. Des applications non moins favorables dans ces opérations sur des champs de bataille ont été faites durant la rapide et glorieuse campagne d'Italie, en 1859.

et des esprits tirés des vins et marcs de raisins continuerait à être entravée par suite de la maladie de la vigne.

On emploie des alcools communs pour fabriquer le vinaigre ou acide acétique destiné aux opérations industrielles : acétates de plomb, de cuivre, de potasse, carbonate de plomb ou blanc de céruse. Les alcools bien rectifiés ou l'esprit fin de Montpellier doivent être exclusivement employés, au contraire, lorsqu'il s'agit de préparer, à l'aide de l'oxydation ou combustion humide de l'alcool, des vinaigres de table employés purs ou mêlés avec les vinaigres d'Orléans, types des bons vinaigres de vin (1).

Vins et boissons économiques. — On a récemment proposé une application nouvelle de l'alcool qui ouvrirait à ce produit un débouché considérable, tout en remplaçant les boissons économiques de composition très-variable et de qualité au moins douteuse, par un liquide alcoolisé de composition assez régulière et se rapprochant beaucoup plus des vins légers, cidres usuels ou piquette de bonne qualité, dont les effets ont pu être consacrés par un antique usage.

Il s'agirait tout simplement de substituer, en réalisant une notable économie, l'alcool au sucre dans la méthode préconisée et employée, sur une assez grande échelle, pendant les deux dernières années de grande cherté des vins.

Cette méthode s'appliquait alors aux cuvées de raisins foulés, fermentés, et, après le soutirage, elle consistait à verser sur le marc un volume d'eau sucrée à 12, 13 ou 14 centièmes, égal ou même un peu supérieur au volume du vin soutiré de la cuve.

Comme il était resté dans le marc une quantité suffisante de ferment et de tous les principes constitutifs des vins ordinaires (voir, plus haut, la composition du raisin et du vin, pages 25 et 146), on comprend que, durant cette deuxième

(1) Les vinaigres obtenus de l'alcool étendu d'eau, en présence de ferments spéciaux étudiés en ce moment par M. Pasteur, seraient bien préférables, dans les usages alimentaires, à l'acide acétique souvent impur préparé avec les produits de la carbonisation du bois en vases clos.

cuvée, le sucre était transformé en alcool et acide carbonique, et que la matière colorante ainsi que divers principes immédiats dissous pouvaient former un liquide vineux comparable au premier, meilleur, peut-être, relativement aux vins communs dont la première cuvée contenait un excès trop grand d'acide, mais moins bon lorsqu'il s'agissait des vins fins doués d'un bouquet délicat non susceptible de se dédoubler ainsi.

Quoi qu'il en soit, la deuxième cuvée fournissait un vin préférable aux diverses boissons artificielles que la pénurie avait fait accepter.

Mais, aujourd'hui que la récolte du raisin, moins entravée par les ravages de l'oïdium (combattus, d'ailleurs, avec succès, sur beaucoup de vignobles, par la fleur de soufre), les cours des vins sont moins élevés et le sucre raffiné est encore trop cher pour qu'on puisse l'appliquer avec avantage à la préparation des vins communs. En effet, les 36 kilogrammes nécessaires pour obtenir une pièce de vin de deuxième cuvée coûteraient environ 45 francs, outre les frais de main-d'œuvre, c'est-à-dire un prix à peu près égal à la valeur du vin acheté sur les lieux de production dans beaucoup de vignobles.

Il en est tout autrement si l'on fait usage d'alcool, même très-bien rectifié, car ce produit étant obtenu en employant des matières premières (betteraves, mélasses, pommes de terre ou céréales saccharifiées) dans lesquelles la substance sucrée a beaucoup moins de valeur que le sucre raffiné, son équivalent en alcool coûte bien moins.

En effet, les 18 litres d'alcool qui représenteraient les 36 kilogrammes de sucre, au lieu de coûter, comme celui-ci, 45 francs, ne reviendraient, au cours actuel, qu'à 20 francs. Peut-être serait il convenable de remplacer, dans cette cuvée, 1 litre d'alcool sur les 18 par son équivalent $1^k,66$ de sucre, afin de maintenir la légère proportion de sucre ou plutôt de glucose que contiennent généralement tous les vins; la dépense n'en serait que bien faiblement accrue; il est

très-probable, d'après les premières expériences, que cette deuxième cuvée, maintenue en vase clos le temps nécessaire à la dissolution de la matière colorante et des autres principes du vin, donnerait des résultats aussi bons et bien plus économiques que l'emploi de l'eau sucrée.

Le bon marché de l'alcool permettrait d'étendre cette méthode à la confection des petits vins, piquettes, *râpés* de pommes et poires ou petits cidres; il suffirait d'effectuer la macération des marcs de raisins, de pommes et de poires avec de l'eau plus légèrement alcoolisée, contenant, par exemple, 3 1/2 ou 4 d'alcool pour 100 d'eau, ne coûtant que 2 francs à 2 fr. 10 c. l'hectolitre. On se procurerait ainsi des boissons moins altérables que les piquettes usuelles et plus salubres que les boissons préparées, suivant une foule de recettes hétérogènes, sans règles scientifiques, variables au gré des inventeurs.

Il est très-probable que la consommation et les débouchés extérieurs s'augmenteront beaucoup lorsque la diminution des prix de l'alcool atteindra sa dernière limite; sans doute aussi, de nouvelles applications surgiront encore des recherches entreprises par de nombreux et infatigables expérimentateurs.

On peut s'y attendre, bien que de sages mesures, en se généralisant, puissent s'opposer, dans l'intérêt de la santé des populations, aux regrettables abus des boissons alcooliques.

Nous donnons, ci-après, une table indiquant les degrés centésimaux correspondant, pour la température de 15°, avec les degrés de l'aréomètre Cartier, qui est encore en usage dans les ateliers et chez les commerçants.

TABLE DE CORRESPONDANCE ENTRE L'ARÉOMÈTRE CARTIER ET L'ALCOOMÈTRE GAY-LUSSAC OU CENTÉSIMAL.

Aréomètre Cartier.	Alcoomètre Gay-Lussac.	Aréomètre Cartier.	Alcoomètre Gay-Lussac.
10	0 »	27 1/2	72 90
— 1/2	2 50	28	74 »
11	5 30	— 1/2	75 10
— 1/2	8 20	29	76 30
12	11 30	— 1/2	77 30
— 1/2	14 70	30	78 40
13	18 40	— 1/2	79 40
— 1/2	22 »	31	80 50
14	25 40	— 1/2	81 50
— 1/2	28 70	32	82 40
15	31 70	— 1/2	83 40
— 1/2	34 50	33	84 30
16	37 »	— 1/2	85 30
— 1/2	39 40	34	86 20
17	41 50	— 1/2	87 10
— 1/2	43 60	35	88 »
18	45 50	— 1/2	88 80
— 1/2	47 40	36	89 60
19	49 20	— 1/2	90 40
— 1/2	50 90	37	91 10
20	52 50	— 1/2	91 90
— 1/2	54 10	38	92 60
21	55 70	— 1/2	93 30
— 1/2	57 20	39	94 »
22	58 70	— 1/2	94 70
— 1/2	60 10	40	95 40
23	61 50	— 1/2	96 »
— 1/2	62 90	41	96 60
24	64 20	— 1/2	97 20
— 1/2	65 60	42	97 70
25	66 90	— 1/2	98 30
— 1/2	68 10	43	98 80
26	69 40	— 1/2	99 30
— 1/2	70 60	44	99 90
27	71 80		

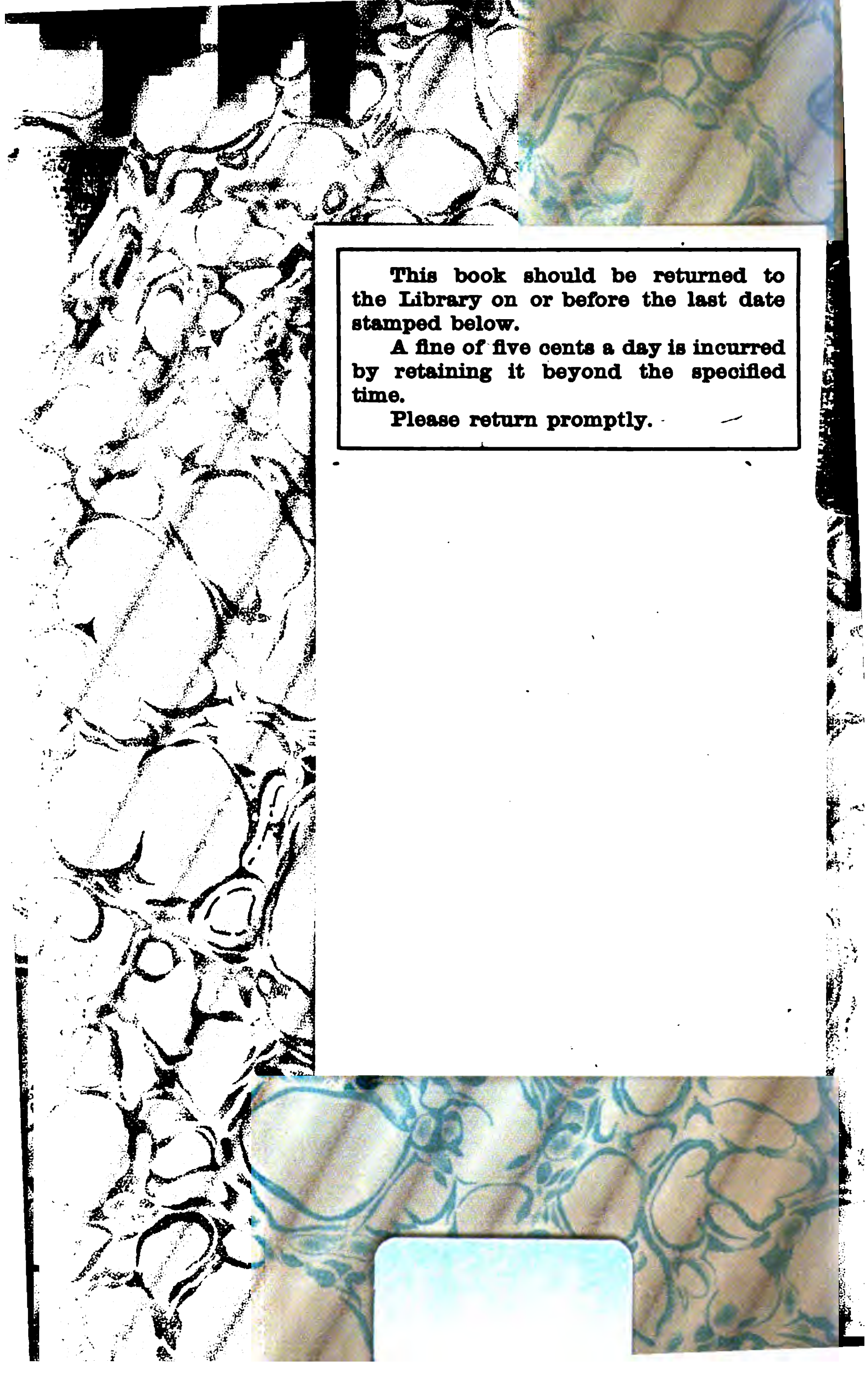
TABLE DES MATIÈRES.

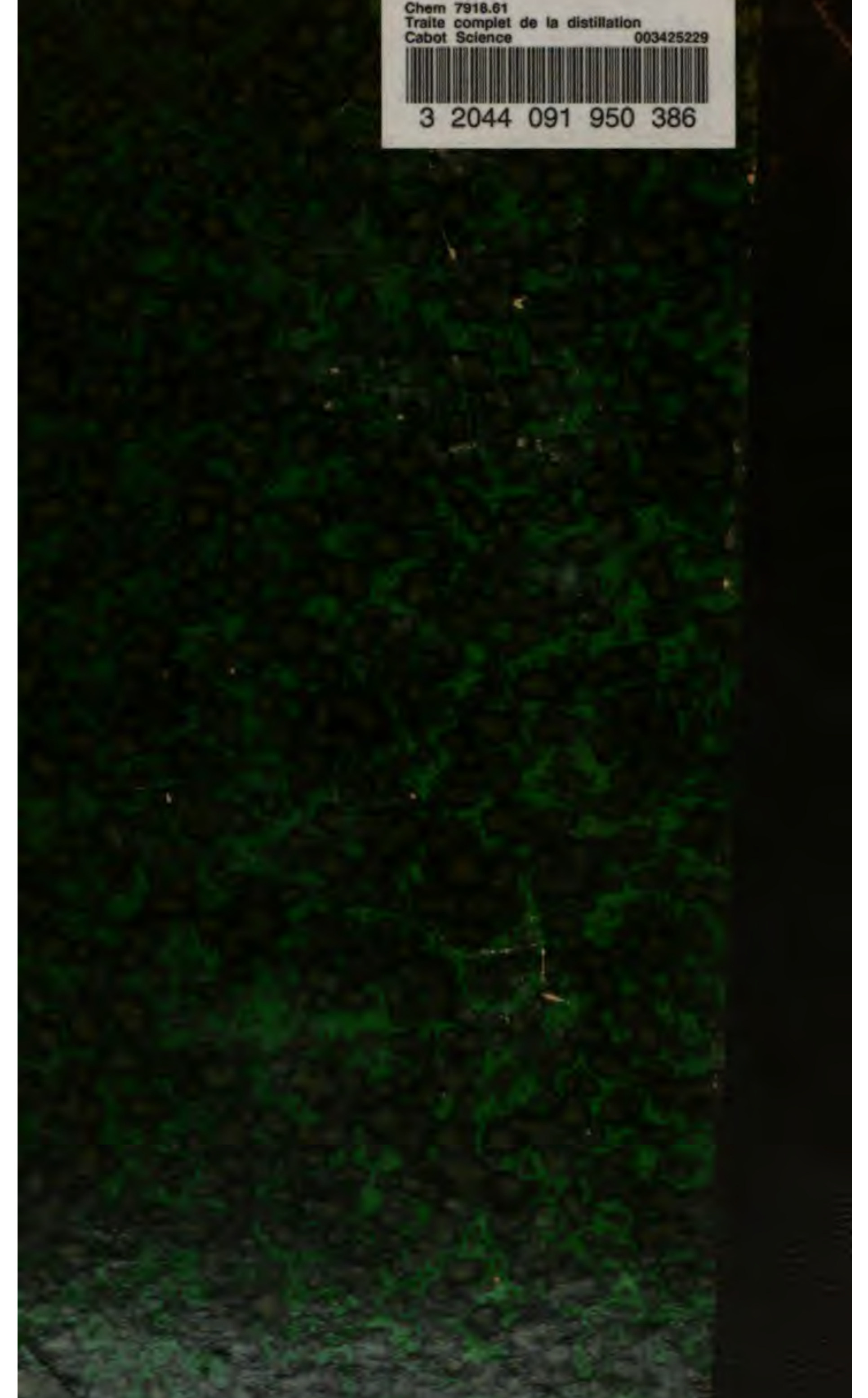
ERRATUM.

Page 201, ligne 18, au lieu de *liquides*, lisez *matières*.

PARIS. — IMPR. DE Mme Ve BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5.






Chem 7918.61
Traite complet de la distillation
Cabot Science 003425229
3 2044 091 950 386